New York Times Bestseller

"Saya menyukai *Range*."
—Malcolm Gladwell

Range

Mengapa Menguasai Beragam Bidang Bisa Membuat Kita Unggul di Dunia yang Mengedepankan Kekhususan Bidang

DAVID EPSTEIN

RANGE

Mengapa Menguasai Beragam Bidang
Bisa Membuat Kita Unggul di Dunia
yang Mengedepankan Kekhususan Bidang

David Epstein

Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Untuk Elizabeth,
yang satu ini dan semua yang lain.

Daftar Isi

Ia menolak untuk mengkhususkan dirinya pada apa pun dan memilih untuk mengamati *keseluruhan* daripada hanya per bagian ... dan ternyata manajemen Nikolay membuahkan hasil yang paling cemerlang.
—Leo Tolstoy, *War dan Peace*

Tidak ada alat yang serbabisa. Tidak ada kunci utama yang bisa membuka *semua* pintu.
—Arnold Toynbee, *A Study of History*

PENDAHULUAN

Roger versus Tiger

MARI KITA MULAI DENGAN dua kisah dari dunia olahraga. Mungkin Anda mengetahui kisah yang pertama ini.

Ayah dari anak lelaki itu tahu bahwa ada sesuatu yang berbeda pada diri anaknya. Pada usia enam bulan, anak itu sudah bisa menyeimbangkan diri di telapak tangan ayahnya saat mereka berjalan di rumah. Pada usia tujuh bulan, sang ayah memberinya tongkat golf untuk dijadikan mainan, dan anak itu menyeretnya ke mana-mana sambil berputar-putar dengan alat bantu jalannya yang bulat. Pada usia sepuluh bulan, ia merayap turun dari kursi tingginya, merangkak ke tongkat golf yang telah dipendekkan sesuai dengan ukuran tubuhnya, dan mengayunkannya seperti yang pernah ia tonton di garasi rumah. Karena sang ayah belum bisa bicara dengan putranya, ia membuat beberapa gambar untuk menunjukkan bagaimana cara memegang tongkat golf. "Sulit sekali untuk memberitahu cara mengayunkan tongkat ketika anak masih terlalu kecil untuk bicara," katanya kelak.

Pada usia dua tahun—yang menurut daftar tahap perkembangan anak dari Centers for Disease Control and Prevention adalah usia saat anak memiliki kemampuan seperti "menendang bola" dan "berjinjit"—ia sudah diliput oleh televisi nasional, menggunakan

tongkat golf yang setinggi pundaknya lalu memukul bola di depan Bob Hope yang terkagum-kagum. Di tahun yang sama, ia mengikuti turnamen pertamanya dan menang di divisi usia sepuluh tahun ke bawah.

Tidak ada waktu yang disia-siakan. Di usia tiga tahun, anak itu belajar memukul bola keluar dari perangkap pasir, dan ayahnya memetakan takdirnya. Ia tahu putranya telah terpilih untuk dunia golf, dan kewajibannya adalah untuk membimbing putranya. Coba bayangkan: jika merasa yakin akan jalan yang ada di depan, mungkin Anda juga akan mulai menyiapkan anak Anda yang berumur tiga tahun untuk menghadapi media yang kelak takkan terhindarkan dan tak bisa dipuaskan. Jadi, ia berpura-pura menjadi wartawan, mengajukan pertanyaan kepada putranya, mengajarinya cara menjawab dengan cerdas—tidak menjawab lebih banyak daripada yang ditanyakan. Pada tahun itu, si anak berhasil memukul 48, sebelas *over par*, untuk sembilan lubang di sebuah lapangan golf di California.

Ketika anak itu berusia empat tahun, ayahnya mengantarnya ke lapangan golf pada jam sembilan pagi dan menjemputnya delapan jam kemudian, terkadang bersama uang yang ia menangkan dari orang-orang yang cukup bodoh untuk meragukan kemampuan putranya.

Pada usia delapan tahun, anak itu mengalahkan ayahnya untuk pertama kalinya. Ayahnya tidak keberatan, karena ia yakin anaknya sangat berbakat, dan bahwa ia memiliki tugas unik untuk menolongnya. Ia sendiri adalah atlet yang menonjol dan telah membuktikan dirinya berbeda dari ramalan orang. Ia bermain bisbol saat kuliah, ketika ia adalah satu-satunya pemain kulit hitam di seluruh tim. Ia memahami orang dan sangat disiplin; sebagai lulusan fakultas sosiologi, mengabdi sebagai anggota pasukan elite Baret Hijau dari angkatan bersenjata Amerika di Vietnam, kemudian mengajar bidang perang psikologis kepada para calon perwira. Ia tahu belum bisa melakukan hal terbaik bagi ketiga anaknya dari pernikahan

sebelumnya, tetapi sekarang ia mengetahui bahwa ia diberi peluang kedua untuk melakukan hal yang benar bersama anak keempatnya. Dan ternyata semuanya berjalan sesuai rencana.

Putranya sudah menjadi orang terkenal saat memasuki Stanford, dan sang ayah mengumumkan peran penting dari putranya itu. Putranya akan memiliki pengaruh lebih besar daripada Nelson Mandela, Gandhi, atau Buddha, katanya dengan yakin. "Ia memiliki forum yang lebih besar dari mereka semua," ujarnya. "Ia adalah jembatan antara Timur dan Barat. Tidak ada batas baginya karena ia memiliki penuntun. Saya belum tahu dengan pasti apa bentuknya. Namun, ia adalah Sang Terpilih."

—

Barangkali Anda juga mengetahui kisah kedua ini. Pada awalnya mungkin Anda belum mengenalinya.

Ibunya seorang pelatih, tetapi ia tidak pernah melatih putranya. Ketika belajar berjalan, si anak sering menendang bola di sekeliling ibunya. Sebagai anak, ia bermain skuas dengan ayahnya di hari Minggu. Ia juga mencoba ski, gulat, renang, dan papan luncur. Ia bermain basket, bola tangan, tenis, tenis meja, bulu tangkis dengan jala pagar tetangga, dan sepak bola di sekolah. Kelak, ia mengatakan bahwa berbagai jenis olahraga yang ia mainkan telah membantunya mengembangkan kemampuan atletik serta koordinasi tangan dan mata.

Baginya, jenis olahraga tidaklah penting, sejauh olahraga itu melibatkan bola. "Saya selalu lebih berminat jika ada bola di permainan," kenangnya. Ia adalah anak yang senang bermain. Orangtuanya tidak bercita-cita anaknya akan memasuki dunia atletik. "Kami tidak punya rencana A atau B," kata ibunya. Orangtua anak itu mendukungnya untuk mencoba berbagai jenis olahraga. Malah sebenarnya, ini sangat penting. Si anak "menjadi tak tahan," kata ibunya, jika harus diam terlalu lama.

Meski ibunya mengajar tenis, ia memutuskan untuk tidak melatih putranya. "Dia akan membuat saya kesal," katanya. "Ia mencoba semua pukulan yang aneh dan jelas tidak pernah mengembalikan bola dengan normal. Itu tidak menyenangkan bagi seorang ibu." Seorang penulis majalah *Sports Illustrated* mengamati bahwa, alih-alih mendorong, orangtuanya malah agak "menjauhkan" putranya dari tenis. Menjelang usia remaja, anak itu mulai lebih tertarik pada tenis, dan "kalaupun orangtuanya berkomentar, itu adalah usaha agar putranya tidak terlalu serius dengan tenis." Ketika putranya bertanding, ibunya sering kali berjalan menjauh untuk mengobrol dengan temannya. Ayahnya hanya memberinya satu aturan: "Jangan curang". Ia tidak berbuat curang dan mulai semakin baik.

Sebagai remaja, ia termasuk pemain yang cukup baik untuk mendapatkan wawancara dari koran setempat. Ibunya terkejut saat membaca bahwa ketika ditanya apa yang akan ia beli jika mendapat gaji pertama dari bermain tenis, putranya menjawab, "Mercedes." Ibunya lega ketika wartawan memperbolehkannya mendengarkan rekaman dari wawancara itu, dan mereka sadar ada kesalahan: si anak berkata "*Mehr CD*," dalam bahasa Jerman Swiss. Sebenarnya, ia hanya menginginkan "lebih banyak CD."

Tidak diragukan lagi, anak itu memang kompetitif. Namun, ketika pelatih tenisnya memutuskan untuk memindahkannya ke kelompok pemain yang lebih tua, ia meminta untuk dikembalikan ke kelompok lama agar bisa tetap bersama teman-temannya. Baginya, sebagian dari kegembiraan bermain tenis adalah menongkrong bersama setelah latihan sambil mengobrol tentang musik, gulat profesional, atau sepak bola.

Saat akhirnya ia berhenti melakukan olahraga lain—terutama sepak bola—untuk berfokus pada tenis, anak lainnya sudah cukup lama mengolah kekuatan mereka bersama pelatih, psikolog olahraga, dan ahli gizi. Namun, dalam jangka panjang, sepertinya situasi itu tidak menghambat perkembangannya. Di usia pertengahan tiga

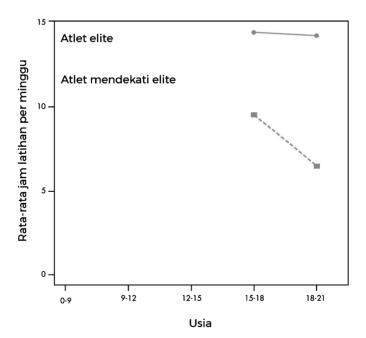
puluhan tahun, usia ketika pemain tenis legendaris biasanya pensiun, ia masih menjadi pemain nomor satu di dunia.

—

Pada 2006, Tiger Woods dan Roger Federer bertemu untuk pertama kalinya, ketika keduanya berada di puncak karier mereka. Tiger terbang dengan jet pribadinya untuk menonton pertandingan final US Open. Itu membuat Roger sangat gugup, tetapi tetap menang dalam tiga tahun berturut-turut. Tiger Woods bergabung dengannya di ruang ganti dan merayakannya dengan sampanye. Kesamaan sebagai juara dunia membuat mereka saling terhubung. "Saya belum pernah berbincang dengan seseorang yang sangat mengenal perasaan tak terkalahkan," ujar Roger. Mereka langsung berteman dan menjadi bahan perdebatan tentang siapa atlet yang paling dominan di dunia.

Bagaimanapun, Roger memiliki kisah yang kontras. "Kisah Tiger sangat berbeda dari kisah saya," katanya kepada seorang penulis biografi pada 2006. "Sejak kecil, ia bertujuan memenangkan lomba besar untuk memecahkan rekor. Sedangkan saya hanya ingin satu kali saja bertemu dengan Boris Becker atau sesekali bermain di Wimbledon."

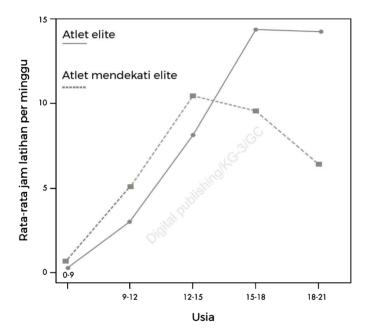
Sangat tidak biasa bagi seorang anak yang memiliki orangtua yang "menjauhkan", yang awalnya tidak serius bermain tenis, untuk tumbuh menjadi seorang pria yang sangat mendominasi dunia tenis. Tidak seperti Tiger, setidaknya ada ribuan anak yang memiliki awal karier lebih bagus daripada Roger. Cara Tiger dibesarkan secara khusus telah menjadi topik bahasan buku terlaris tentang perkembangan kemahiran, salah satunya adalah sebuah buku petunjuk untuk menjadi orangtua yang ditulis oleh ayah Tiger, Earl. Tiger bukan hanya bermain golf. Ia terlibat dalam "latihan yang disengaja", satu-satunya jenis latihan yang diperhitungkan dalam aturan sepuluh ribu jam menuju kemahiran yang sekarang banyak

dianut. "Aturan" ini mewakili gagasan bahwa jumlah jam dari pelatihan yang sangat khusus adalah faktor tunggal dalam perkembangan keterampilan, terlepas dari apa pun bidangnya. Menurut kajian pada tiga puluh pemain biola yang melahirkan aturan ini, latihan yang disengaja terjadi ketika pembelajar "diberi petunjuk khusus tentang metode yang terbaik," dipantau secara perorangan oleh seorang pelatih, diberi "umpan balik informatif yang langsung dan pengetahuan akan hasil kinerja mereka," dan "berulang kali melakukan tugas yang sama atau serupa." Banyak buku tentang perkembangan kemahiran menunjukkan bahwa setiap minggunya, atlet elite menghabiskan lebih banyak waktu dalam latihan yang disengaja yang sangat teknis dibandingkan atlet yang ada di tingkatan lebih rendah:

Tiger menjadi lambang dari gagasan bahwa kuantitas latihan yang disengaja akan menentukan keberhasilan—dan oleh karenanya, latihan harus dimulai sedini mungkin.

Dorongan untuk berfokus sejak dini di satu bidang juga telah meluas ke luar dunia olahraga. Kita sering diberitahu bahwa seiring semakin bersaing dan kompleksnya dunia, semakin kita harus menjadi khusus, memiliki pengkhususan bidang (dan harus memulainya sedini mungkin) untuk bisa menjalani dunia itu. Ikon-ikon keberhasilan kita yang paling tersohor dipuji untuk perkembangan yang lebih cepat daripada orang seusianya dan awal yang lebih dini—Mozart di papan tuts piano, CEO Facebook Mark Zuckerberg di papan tik. Di setiap bidang, respons terhadap semakin membengkaknya perpustakaan pengetahuan manusia dan sebuah dunia yang saling terhubung adalah meningkatnya kekhususan. Spesialis kanker tidak lagi berspesialisasi pada kanker, tetapi kanker yang berkaitan dengan salah satu organ tertentu, dan setiap tahun, kecenderungan penyempitan spesifikasi ini semakin meningkat. Dokter bedah dan penulis Atul Gawande menunjukkannya ketika para dokter bergurau tentang dokter bedah telinga kiri, "kita harus memeriksa untuk memastikan bahwa tidak ada profesi sebagai dokter bedah telinga kiri."

Di buku terlaris bertema sepuluh ribu jam latihan, *Bounce*, jurnalis Inggris Matthew Syed mengatakan bahwa Pemerintah Inggris gagal karena tidak mengikuti jalan Tiger Woods untuk memiliki pengkhususan bidang yang kukuh. Ia menulis, memindahkan para pejabat peringkat tinggi pemerintah dari satu kementerian ke kementerian lainnya "adalah sama konyolnya seperti memindahkan Tiger Woods dari golf ke bisbol ke rugbi ke hoki."

Kesuksesan besar Inggris di Summer Olympics terbaru adalah pengecualian. Setelah kinerja yang menurun selama puluhan tahun, kesuksesan itu didorong oleh program yang khusus dibuat guna merekrut orang dewasa untuk mencoba jenis olahraga baru dan menciptakan jalan bagi orang dengan perkembangan yang lambat—"orang-orang yang matang dengan lambat," jelas para pejabat di balik program itu kepada saya. Ternyata, gagasan tentang atlet—bahkan atlet yang ingin menjadi atlet elite—untuk mengikuti jalan

Roger dengan mencoba berbagai jenis olahraga bukanlah gagasan yang konyol. Para atlet elite yang berada di puncak kemampuannya memang menghabiskan lebih banyak waktu untuk latihan yang disengaja dan terfokus, dibandingkan rekan atletnya yang mendekati elite. Namun, ketika ilmuwan memeriksa seluruh jalan perkembangannya sejak kanak-kanak, maka gambarannya adalah seperti ini:

Atlet yang akhirnya menjadi elite ternyata menghabiskan *lebih sedikit* waktu saat kanak-kanak untuk latihan yang disengaja pada bidang olahraga yang akhirnya menjadi kemahirannya. Mereka malah mengalami apa yang disebut para periset sebagai "periode mencicipi". Mereka melakukan berbagai jenis olahraga, biasanya di lingkungan yang tidak terstruktur atau sedikit terstruktur; mereka mendapatkan berbagai jenis kemahiran fisik yang kelak bisa mereka gunakan; mereka belajar tentang kemampuan dan kemahirannya sendiri; dan baru di kemudian hari mereka berfokus dan meningkat-

kan latihan teknis di satu bidang. Judul dari salah satu kajian atlet olahraga perorangan menyatakan "Spesialisasi Lambat" sebagai "Kunci Keberhasilan"; judul lainnya, "Mencapai Puncak dalam Olahraga Beregu: Memulai Lebih Lambat, Intensif, dan Bersiteguh."

Ketika mulai menulis tentang kajian ini, saya menghadapi kritik yang beralasan, tetapi juga penolakan. "Mungkin di beberapa jenis olahraga lain," kata penggemarnya, "tetapi tidak berlaku di jenis olahraga *kami*." Komunitas olahraga paling populer di dunia, sepak bola, adalah yang bicara paling keras. Lalu, di akhir 2014, sebuah tim ilmuwan Jerman menerbitkan sebuah kajian yang menunjukkan bahwa anggota tim nasional mereka, yang baru saja memenangkan Piala Dunia, terdiri dari para spesialis lambat yang bermain sepak bola tidak lebih baik daripada pemain amatir—para pemain liga usia dua puluh dua tahun atau lebih. Mereka menghabiskan masa kanak-kanak dan remaja untuk bermain sepak bola yang tidak terorganisasi dan olahraga lainnya. Dua tahun kemudian, sebuah kajian lain tentang sepak bola menilai keterampilan para pemain di usia sebelas tahun dengan mengikutinya selama dua tahun. Mereka yang berpartisipasi di lebih banyak jenis olahraga dan sepak bola yang tidak terorganisasi, "tetapi bukan latihan sepak bola yang lebih terorganisasi," mengalami lebih banyak kemajuan pada usia tiga belas tahun. Sekarang, penemuan seperti ini telah menggema di berbagai jenis olahraga, mulai dari hoki sampai voli.

Kebutuhan akan pengkhususan bidang yang tinggi membentuk inti mesin pemasaran yang sangat luas, sukses, dan terkadang bermaksud baik, di dunia olahraga dan lebih luas lagi. Pada kenyataannya, jalan Roger menuju bintang olahraga jauh lebih umum dibandingkan jalan Tiger, tetapi kisah para atlet itu jarang diceritakan. Terkadang Anda mengenal nama mereka, tetapi mungkin tidak mengetahui latar belakangnya.

Saya mulai menulis pendahuluan ini tidak lama sesudah Super Bowl 2018, saat seorang pemain perempat belakang yang sebelumnya bermain bisbol profesional sebelum ke rugbi (Tom Brady)

menghadapi seorang pemain yang pernah bermain di rugbi, basket, bisbol, dan karate dan pernah harus memilih antara basket dan rugbi universitas (Nick Foles). Di kemudian waktu di bulan yang sama, atlet Ceko, Ester Ledecká, menjadi perempuan pertama yang memenangkan medali emas di dua cabang olahraga yang berbeda (ski dan papan luncur salju) di Winter Olympics yang sama. Ketika masih muda, Ledecká berpartisipasi di banyak jenis olahraga (ia masih bermain voli pantai dan berselancar angin), berfokus di sekolah, dan tidak pernah tergesa-gesa untuk menjadi orang nomor satu di lomba kategori remaja. Artikel *Washington Post* sehari setelah ia mendapatkan medali emas keduanya menyatakan, "Di zaman pengkhususan pada bidang olahraga, Ledecká telah menjadi penjaga yang memelihara keragaman." Tepat setelah kemenangannya, petinju Ukrainia, Vasyl Lomachenko, memecahkan rekor jumlah pertarungan paling sedikit untuk memenangkan gelar dunia di tiga kelas yang berbeda. Lomachenko, yang ketika masih kanak-kanak berhenti bertinju selama empat tahun untuk belajar tarian tradisional Ukrainia, merenungkan kembali, "Sebagai anak, saya melakukan banyak jenis olahraga—senam, basket, rugbi, tenis—dan menurut saya, pada akhirnya semua itu meningkatkan gerak kaki saya."

Ilmuwan olahraga yang tersohor, Ross Tucker, meringkas riset di bidang ini dengan mengatakan: "Kami tahu kuncinya adalah mencoba sedini mungkin, begitu pula keragaman."

Pada 2014, saya mencantumkan beberapa penemuan tentang keterlambatan pengkhususan di bidang olahraga pada kata penutup buku pertama saya, *The Sports Gene*. Tahun berikutnya, saya diundang untuk bicara tentang riset itu oleh pihak yang mengejutkan—bukan atlet atau pelatih, tetapi veteran militer. Sebagai persiapan, saya mempelajari jurnal ilmiah tentang pengkhususan bidang dan karier yang berganti-ganti di luar bidang olahraga. Saya dikejutkan oleh apa yang saya temukan. Sebuah kajian menunjukkan bahwa

orang yang melakukan pengkhususan bidang sejak dini langsung mendapat penghasilan tinggi setelah lulus kuliah, tetapi orang yang baru melakukan pengkhususan bidang mengimbangi ketinggalannya dengan menemukan pekerjaan yang lebih cocok dengan keterampilan dan kepribadiannya. Saya menemukan banyak kajian yang menunjukkan bagaimana para penemu teknologi meningkatkan kekreatifannya dengan mengumpulkan pengalaman dari berbagai bidang, dibandingkan dengan rekannya yang menggali lebih dalam ke satu bidang saja; saat kariernya melaju, sebenarnya mereka mendapat manfaat dari mengorbankan kedalaman demi keluasan. Ada penemuan yang nyaris sama di sebuah kajian terhadap seniman.

Saya juga mulai menyadari bahwa beberapa orang yang karyanya sangat saya kagumi—mulai dari Duke Ellington (yang di masa kanak-kanak menolak pelajaran musik untuk berfokus pada menggambar dan bisbol) sampai Maryam Mirzakhani (yang bercita-cita menjadi penulis novel tetapi kemudian menjadi perempuan pertama yang memenangkan penghargaan matematika paling bergengsi, Fields Medal)—sepertinya memiliki lebih banyak kisah mirip Roger daripada Tiger pada kehidupannya. Saya menggali lebih jauh dan menemukan orang luar biasa yang justru sukses karena beragamnya pengalaman dan minatnya; seorang CEO yang menerima pekerjaan pertamanya saat rekan sebayanya sedang bersiap untuk pensiun; seorang seniman yang lima kali berganti karier sebelum menemukan panggilannya dan mengubah dunia; seorang penemu yang berteguh pada falsafah anti-pengkhususan bidang buatannya sendiri dan mengubah sebuah perusahaan kecil yang didirikan di abad kesembilan belas menjadi salah satu perusahaan tersohor di dunia.

Saya baru sedikit mendalami riset tentang pengkhususan bidang di dunia kerja yang lebih luas. Jadi, dalam pidato saya ke sekelompok kecil veteran militer, saya lebih membahas dunia olahraga. Saya membicarakan penemuan lain secara sekilas, tetapi para pendengar menangkapnya dengan serius. Semua pendengar itu adalah orang yang baru melakukan pengkhususan bidang atau berganti-ganti

karier. Saat mereka saling memperkenalkan diri setelah saya selesai bicara, saya bisa menangkap bahwa semuanya agak mencemaskan keadaan itu, beberapa bahkan merasa malu.

Mereka dikumpulkan oleh Pat Tillman Foundation—di dalam semangat mantan pemain NFL yang meninggalkan karier rugbi profesionalnya untuk menjadi Army Ranger—yang menyediakan beasiswa bagi para veteran, militer yang masih aktif, dan pasangan militer yang sedang mengalami perubahan karier atau kembali ke sekolah. Mereka adalah penerima beasiswa, mantan pasukan terjun payung, serta penerjemah yang sedang menjadi guru, ilmuwan, insinyur, dan wiraswasta. Mereka dipenuhi antusiasme, tetapi digentarkan oleh arus bawah ketakutan. Profil LinkedIn mereka tidak menunjukkan kemajuan ke arah karier tertentu yang diinginkan oleh pemberi kerja. Mereka cemas untuk mulai kuliah bersama mahasiswa yang lebih muda (terkadang jauh lebih muda) atau lebih lambat beralih jalur dibandingkan rekan sebayanya, semua karena mereka sibuk mengumpulkan kehidupan yang unik dan pengalaman kepemimpinan. Entah bagaimana, di kepala mereka, suatu keunggulan yang unik telah beralih menjadi beban.

Beberapa hari setelah saya bicara kepada kelompok Tillman Foundation, seorang mantan Navy SEAL, yang mendekati saya seusai saya bicara, mengirim surel: "Kami semua telah beralih dari satu karier ke karier lainnya. Beberapa dari kami berkumpul setelah Anda pergi dan membahas betapa leganya kami setelah mendengar Anda bicara." Saya agak bingung menemukan seorang mantan Navy SEAL, yang memiliki ijazah sarjana muda sejarah dan geofisika dan sedang mengejar ijazah sarjana bisnis dan administrasi publik dari Dartmouth dan Harvard, membutuhkan saya untuk meneguhkan pilihan hidupnya. Namun, seperti orang lain di ruangan itu—secara implisit dan eksplisit—ia telah diberitahu bahwa berganti arah adalah tindakan yang berbahaya.

Pidato saya disambut dengan begitu antusias sehingga yayasan itu mengundang saya untuk menjadi pembicara utama di konferensi

tahunan mereka pada 2016, lalu ke kelompok kecil di berbagai kota. Sebelum setiap kegiatan itu, saya membaca lebih banyak kajian dan bicara dengan lebih banyak periset dan menemukan lebih banyak bukti bahwa diperlukan waktu—dan sering kali mengorbankan awal yang lebih dini—untuk mengembangkan keragaman pribadi dan profesional, tetapi semua itu layak untuk dilakukan.

Saya mencermati kajian yang menunjukkan bahwa para pakar yang memiliki kredensial tinggi bisa menjadi berpikiran begitu sempit sampai mereka tidak peduli dengan pengalaman, bahkan ketika mereka semakin percaya diri—dan ini adalah kombinasi yang berbahaya. Dan saya terkejut ketika para psikolog kognitif yang saya ajak bicara menuntun saya ke begitu banyak kajian yang sering kali diacuhkan, yang menunjukkan bahwa pembelajaran itu sendiri paling baik dilakukan dengan perlahan untuk mengumpulkan pengetahuan yang abadi, bahkan jika itu berarti kinerjanya buruk pada ujian tentang kemajuan langsung. Artinya, pembelajaran yang paling efektif bisa tampak tidak efisien; bisa tampak ketinggalan.

Memulai sesuatu di usia paruh baya juga bisa tampak seperti itu. Mark Zuckerberg memperhatikan bahwa "anak muda lebih pintar." Namun, seorang pendiri perusahaan teknologi yang berusia lima puluh tahun memiliki kemungkinan dua kali lebih besar untuk memulai sebuah perusahaan terobosan dibandingkan seseorang yang berusia tiga puluh tahun, dan seseorang yang berusia tiga puluh tahun memiliki kemungkinan yang lebih baik dibandingkan seseorang yang berusia dua puluh tahun. Para periset di Northwestern, MIT, dan U.S. Census Bureau mempelajari perusahaan teknologi baru dan menunjukkan bahwa di antara perusahaan pemula yang tumbuh paling cepat, rata-rata usia pendirinya saat meluncurkan perusahaannya adalah empat puluh lima tahun.

Zuckerberg berusia dua puluh dua tahun ketika mengucapkan kalimat tadi. Demi kepentingannyalah ia menyiarkan pesan itu, sama seperti pernyataan bahwa pengabdian sepanjang tahun ke salah satu bidang olahraga akan diperlukan untuk meraih kesuksesan demi

kepentingan orang-orang yang menyelenggarakan liga olahraga anak muda, meski bukti menunjukkan hal sebaliknya. Namun, dorongan untuk melakukan pengkhususan bidang menjalar lebih jauh dari itu. Dorongan ini bukan saja memengaruhi perorangan, tetapi seluruh sistem, di mana setiap kelompok pengkhususan bidang dilihat sebagai bagian yang semakin kecil dari sebuah teka-teki besar.

Salah satu pencerahan yang didapatkan seusai krisis keuangan global pada 2008 adalah tingkat pemisahan di bank besar. Banyak kelompok spesialis mengoptimalkan risiko pada kelompok kecilnya sendiri di dalam kelompok besar dan menciptakan bencana pada keseluruhan kelompok. Untuk memperparah keadaan, respons terhadap krisis ini menambah keburukan memusingkan yang ditimbulkan oleh kelompok pengkhususan bidang. Pada 2009, diluncurkan sebuah program pemerintah federal yang memberi insentif pada bank untuk menurunkan cicilan kredit bagi para pemilik rumah yang mengalami kesulitan tetapi masih bisa membayar sebagian. Gagasan yang baik. Namun, inilah yang terjadi: divisi bank yang khusus mengurus kredit perumahan mulai menurunkan cicilan kepada pemilik rumah; divisi lain yang khusus mengurus pelunasan kredit melihat bahwa para pemilik rumah tiba-tiba membayar lebih sedikit, menyatakan mereka gagal membayar, lalu menyita rumah mereka. "Tidak seorang pun membayangkan pemisahan seperti itu di dalam bank," kata penasihat pemerintah di kemudian hari. Pengkhususan bidang yang berlebihan bisa menjurus ke tragedi kolektif, bahkan ketika setiap individu telah melakukan tindakan yang paling masuk akal.

Para profesional kesehatan yang melakukan pengkhususan bidang tinggi juga telah mengembangkan versinya sendiri dari masalah "jika yang Anda miliki hanya palu, segala sesuatu akan tampak seperti paku". Dokter spesialis jantung intervensional terbiasa mengobati pasien yang mengalami nyeri dada dengan pemasangan *stent*—tabung logam yang membuka pembuluh darah—sehingga secara refleks mereka melakukannya bahkan di kasus yang terbukti

tidak cocok atau berbahaya oleh berbagai riset. Sebuah kajian baru-baru ini menemukan bahwa pasien jantung sebenarnya memiliki kemungkinan yang lebih kecil untuk meninggal jika mereka masuk ke rumah sakit selama suatu pertemuan kardiologi nasional, ketika ribuan dokter spesialis jantung sedang berada di pertemuan itu; para periset mengatakan mungkin itu disebabkan oleh tidak dilakukannya pengobatan yang umum, yang memiliki efek yang meragukan.

Seorang saintis yang dikenal dunia (yang akan Anda temui menjelang akhir buku ini) mengatakan kepada saya bahwa peningkatan pengkhususan bidang telah menciptakan suatu "sistem selokan sejajar" dalam pencarian inovasi. Setiap orang menggali lebih dalam ke selokannya sendiri dan jarang berdiri untuk melihat selokan di sebelahnya, walaupun solusi dari masalah mereka kebetulan berada di selokan sebelah itu. Ilmuwan yang satu ini berupaya mengurangi pengkhususan bidang pada pelatihan calon periset; ia berharap pada akhirnya upayanya akan menyebar ke pelatihan di bidang lain. Ia sendiri mendapat manfaat besar dari menumbuhkan keragaman dalam hidupnya, bahkan ketika ia didesak untuk melakukan pengkhususan bidang. Dan sekarang ia sedang melebarkan lagi upayanya, merancang sebuah program pelatihan guna memberi peluang kepada orang lain untuk menyimpang dari jalan milik Tiger. "Mungkin ini adalah hal terpenting yang pernah saya lakukan dalam hidup saya," katanya kepada saya.

Saya harap buku ini menolong Anda untuk memahami sebabnya.

Ketika para akademisi Tillman membicarakan perasaan sedih, khawatir mereka melakukan kesalahan, saya sangat paham. Setelah lulus kuliah, saya bekerja di kapal riset ilmiah di Samudra Pasifik, kemudian saya memutuskan dengan pasti ingin menjadi seorang penulis, bukan ilmuwan. Saya tidak pernah membayangkan bahwa jalan saya dari saintis ke penulis akan melewati pekerjaan sebagai wartawan kriminal di malam hari untuk sebuah tabloid di New

York City, tidak lama sesudahnya saya menjadi penulis senior di *Sports Illustrated,* pekerjaan yang kemudian segera saya tinggalkan. Saya mulai cemas bahwa saya adalah orang yang takut pada komitmen, yang terus berganti pekerjaan, yang telah melakukan kesalahan soal karier. Dengan mengetahui manfaat dan keunggulan dari pembelajaran di berbagai bidang dan pengkhususan bidang yang tertunda, saya bisa mengubah cara saya memandang diri sendiri dan dunia. Hasil riset itu berlaku untuk setiap tahap kehidupan, mulai dari perkembangan anak-anak di bidang matematika, musik, dan olahraga, mahasiswa yang baru lulus kuliah dan sedang mencari jalannya, ke para profesional di tengah karier yang membutuhkan perubahan, dan calon pensiunan yang sedang mencari panggilan baru setelah beralih dari panggilan sebelumnya.

Tantangan yang kita hadapi adalah bagaimana memelihara manfaat dari pengalaman yang luas serta beragam, pemikiran beragam, dan konsentrasi tertunda di tengah dunia yang semakin mendorong—bahkan menuntut—hiperspesialisasi. Meski memang ada area yang membutuhkan individu dengan bakat serta kejelasan tujuan seperti Tiger, ketika kompleksitas meningkat—saat teknologi memutar dunia ke sistem jejaring yang saling terhubung di mana setiap orang hanya melihat satu bagian kecil—kita juga membutuhkan lebih banyak Roger: orang yang memulai dan merangkul beragam pengalaman serta sudut pandang sambil berjalan maju. Orang yang memiliki keragaman.

BAB 1

Tren Awal yang Dini

SATU TAHUN DAN EMPAT HARI setelah Perang Dunia II di Eropa berakhir dengan penyerahan tanpa syarat, Laszlo Polgar lahir di sebuah kota kecil di Hongaria—benih dari sebuah keluarga baru. Ia tak punya nenek, kakek, dan sepupu; semuanya meninggal karena Holocaust, bersamaan dengan istri pertama dan lima anak ayahnya. Laszlo tumbuh dengan keteguhan untuk memiliki keluarga dan seorang yang istimewa.

Di perguruan tinggi, ia bersiap untuk menjadi ayah dengan mencermati biografi para pemikir legendaris, dari Socrates sampai Einstein. Ia menyimpulkan bahwa pendidikan tradisional pincang dan bahwa ia bisa mendidik anak-anaknya menjadi genius jika ia memberi awal yang tepat kepada mereka. Dengan melakukannya, ia akan membuktikan sesuatu yang jauh lebih besar: bahwa setiap anak dapat dididik untuk menjadi unggulan dalam bidang apa pun. Ia hanya membutuhkan seorang istri yang mau menyetujui rencananya.

Ibu Laszlo mempunyai teman, dan teman ini mempunyai seorang putri yang bernama Klara. Pada 1965, Klara pergi ke Budapest, di mana ia bertemu Laszlo. Laszlo tidak jual mahal; ia menghabiskan kunjungan pertamanya untuk memberitahu Klara bahwa ia beren-

cana mempunyai enam anak dan bahwa ia akan mendidik mereka menjadi cerdas. Klara pulang ke rumah orangtuanya membawa cerita dengan kurang keyakinan: ia telah "bertemu dengan orang yang sangat menarik," tetapi tidak bisa membayangkan menikah dengannya.

Laszlo dan Klara tetap saling berkirim surat. Mereka adalah guru yang sepakat bahwa sistem sekolah adalah satu pengukuran untuk semua dan dibuat untuk menghasilkan apa yang disebut oleh Laszlo sebagai "massa rata-rata yang kelabu", yang membuat mereka frustrasi. Satu setengah tahun kemudian, Klara menyadari bahwa ia mempunyai seorang teman pena yang sangat istimewa. Akhirnya Laszlo menulis surat cinta, diakhiri dengan lamaran. Mereka menikah, pindah ke Budapest, dan mulai menjalankan rencananya. Susan lahir pada awal 1969, dan eksperimennya dimulai.

Untuk anak genius pertamanya, Laszlo memilih catur. Pada 1972, tahun sebelum Susan memulai pelatihannya, Bobby Fischer dari Amerika mengalahkan Boris Spassky dari Rusia dalam "Pertandingan Abad Ini". Pertandingan itu dianggap simbol dari Perang Dingin antara kedua belahan dunia, dan tiba-tiba catur menjadi budaya pop. Selain itu, menurut Klara, permainan catur memiliki manfaat yang khas: "Catur sangat objektif dan mudah diukur." Menang, kalah, atau imbang, dan sebuah sistem poin akan mengukur keterampilan seorang pemain dibandingkan seluruh pemain catur di dunia. Laszlo memutuskan bahwa putrinya akan menjadi juara catur.

Laszlo sabar dan sangat teliti. Ia mulai melatih Susan dengan "perang pion". Dengan hanya menggunakan bidak pion, mereka bermain dengan aturan orang pertama yang berhasil maju sampai ke baris belakanglah yang menang. Segera saja Susan belajar mengakhiri permainan dan membuka jebakan. Ia menikmati permainan dan langsung terikat dengan catur. Setelah delapan bulan belajar, Laszlo membawanya ke klub catur yang penuh asap di Budapest dan menantang pria dewasa untuk bermain dengan putrinya yang

berumur empat tahun, yang tungkainya bahkan masih bergelantungan di kursi. Susan memenangkan permainan pertamanya, dan pria yang ia kalahkan pergi dengan marah. Ia memasuki kejuaraan catur putri Budapest dan menjadi juara untuk kelompok usia di bawah sebelas tahun. Di usia empat tahun, ia belum pernah kalah.

Di usia enam tahun, Susan bisa membaca serta menulis dan bertahun-tahun lebih pandai dalam matematika dibandingkan teman sebayanya. Laszlo dan Klara memutuskan mereka akan mendidiknya di rumah dan tetap menyisihkan waktu untuk catur. Polisi Hongaria mengancam akan memenjarakan Laszlo jika ia tidak memasukkan putrinya ke sekolah. Laszlo memerlukan waktu berbulan-bulan guna membujuk Kementerian Pendidikan untuk memberinya izin. Adik perempuan Susan, Sofia, juga akan disekolahkan di rumah, begitu pula Judit yang akan segera lahir—yang nyaris dinamai Zseni, kata Hongaria untuk "genius", oleh Laszlo dan Klara. Ketiga putri itu menjadi bagian dari eksperimen besar.

Pada hari biasa, gadis-gadis itu berada di pusat kebugaran pada jam 7 pagi, bermain tenis meja dengan pelatih, lalu pulang ke rumah pada jam 10 pagi untuk sarapan, sebelum satu hari yang panjang untuk bermain catur. Ketika mencapai batas kemahirannya sebagai pelatih, Laszlo menyewa pelatih untuk tiga genius yang sedang dibinanya. Ia menghabiskan waktu luangnya untuk menggunting dua ratus ribu catatan urutan permainan catur dari jurnal catur—banyak di antaranya yang menawarkan ulasan perdana dari calon lawan—dan mengarsipkannya di sebuah katalog kartu khusus atau "*cartotech*". Sebelum adanya program catur komputer, katalog itu menyediakan pangkalan data catur terbesar di dunia untuk dipelajari oleh ketiga gadis itu, di luar—mungkin—arsip rahasia Uni Soviet.

Ketika berusia tujuh belas tahun, Susan menjadi perempuan pertama yang berhak memasuki kejuaraan dunia putra, meskipun federasi catur dunia tidak mengizinkannya. (Aturan ini kelak berubah berkat pencapaiannya.) Dua tahun kemudian, pada 1988, ketika Sofia berusia empat belas tahun dan Judit dua belas ta-

hun, mereka menjadi tiga dari empat anggota tim Hongaria untuk Olimpiade Catur perempuan. Mereka menang, mengalahkan Uni Soviet yang telah memenangkan sebelas dari dua belas Olimpiade sejak pertandingan itu dimulai. Ketiga Polgar bersaudari menjadi "harta nasional," Seperti yang dikatakan Susan. Tahun berikutnya, komunisme runtuh, dan ketiga gadis ini bisa berlomba di seluruh dunia. Pada Januari 1991, di usia dua puluh satu tahun, Susan menjadi perempuan pertama yang mencapai status *grandmaster* melalui turnamen melawan para pemain pria. Pada Desember, Judit, di usia lima belas tahun lima bulan, menjadi *grandmaster* termuda yang pernah ada untuk kategori pria dan wanita. Ketika ditanya di televisi apakah ia memenangkan kejuaraan dunia di kategori pria atau perempuan, dengan cerdik Susan menjawab bahwa ia ingin memenangkan "kategori absolut".

Tidak satu pun dari ketiga gadis ini yang pada akhirnya mencapai tujuan tertinggi Laszlo untuk menjadi juara dunia keseluruhan, tetapi mereka sangat menonjol. Pada 1996, Susan mengikuti kejuaraan dunia perempuan, dan menang. Sofia memuncak ke peringkat master internasional, satu level di bawah *grandmaster*. Judit berjaya paling tinggi, mendaki ke peringkat delapan dari peringkat keseluruhan dunia pada 2004.

Eksperimen Laszlo berhasil. Sangat berhasil sehingga pada awal 1990-an, ia mengatakan bahwa jika pendekatan khusus dininya diterapkan kepada seribu anak, manusia akan bisa menangani masalah seperti kanker dan AIDS. Bagaimanapun, catur hanyalah sebuah medium acak untuk tujuan universalnya. Seperti kisah Tiger Woods, kisah keluarga Polgar memasuki lingkaran budaya pop melalui artikel, buku, acara televisi, dan pembicaraan sebagai contoh dari daya mengakali hidup dari dini. Sebuah kursus daring yang bernama "Bring Up Genius!" mengiklankan pelajaran dalam metode Polgar untuk "membangun Rencana Kehidupan Genius Anda sendiri". Buku laris *Talent Is Overrated* menggunakan kisah Polgar bersaudari dan Tiger Woods sebagai bukti bahwa awal yang

dini dari latihan yang disengaja adalah kunci keberhasilan di "setiap kegiatan yang penting bagi Anda".

Pelajaran yang sangat kuat dari kisah ini adalah bahwa segala sesuatu di dunia dapat ditaklukkan dengan cara yang sama. Ini mengandalkan satu asumsi yang sangat penting dan sangat jarang dibicarakan: bahwa catur dan golf adalah contoh yang mewakili segala aktivitas yang berarti bagi Anda.

Seberapa besar kemiripan dunia, dan seberapa banyak hal yang ingin dipelajari dan dilakukan oleh manusia, yang benar-benar seperti permainan catur dan golf?

Psikolog Gary Klein adalah pelopor dari model kemahiran "pengambilan keputusan yang natural" (PKN); periset PKN mengamati para pekerja pakar dalam proses kerja normal mereka untuk mempelajari bagaimana mereka membuat keputusan yang taruhannya sangat tinggi di bawah tekanan waktu. Klein menunjukkan bahwa para pakar di berbagai bidang sangatlah mirip dengan para master catur karena mereka secara naluriah mengenali pola yang familier.

Ketika saya meminta Garry Kasparov, yang bisa dibilang adalah pemain catur terbaik dalam sejarah, untuk menjelaskan proses keputusannya dalam menggerakkan bidak, ia mengatakan, "Saya melihat suatu gerakan, suatu kombinasi, dengan nyaris instan," berdasarkan pola-pola yang telah ia lihat sebelumnya. Kasparov mengatakan ia berani bertaruh bahwa para *grandmaster* biasanya melakukan gerakan yang muncul di kepalanya di beberapa detik pertama dari pemikirannya. Klein mempelajari para komandan pemadam kebakaran dan memperkirakan bahwa sekitar 80% dari keputusan mereka juga dibuat secara naluriah dalam beberapa detik. Setelah bertahun-tahun memadamkan api, mereka mengenali pola yang berulang di perilaku api dan gedung terbakar yang nyaris runtuh. Ketika ia mempelajari para komandan angkatan laut di luar masa perang yang berusaha menghindari bencana, misalnya mengelirukan

pesawat komersial dengan pesawat musuh dan menembaknya, ia melihat bahwa mereka sangat cepat dalam mengenali kemungkinan ancaman. Di sembilan puluh lima persen waktu, para komandan itu mengenali sebuah pola yang umum dan memilih alur tindakan umum yang pertama muncul di benaknya.

Salah satu rekan Klein, psikolog Daniel Kahneman, mempelajari pengambilan keputusan manusia dengan model "heuristik dan bias" dari penilaian manusia. Penemuannya jauh berbeda dari penemuan Klein. Ketika mempelajari penilaian dari para pakar yang sangat terlatih, Kahneman menemukan bahwa pengalaman sama sekali tidak menolong. Bahkan lebih parah lagi, pengalaman sering kali menumbuhkan kepercayaan diri, tetapi bukan keterampilan.

Kahneman memasukkan dirinya dalam kritik itu. Pada 1955, sebagai seorang letnan muda di unit psikologi Pasukan Pertahanan Israel, ia mulai meragukan kaitan antara pengalaman dan kemahiran. Salah satu kewajibannya adalah menilai calon perwira melalui berbagai tes yang diambil dari angkatan bersenjata Inggris. Dalam salah satu tes, regu-regu yang terdiri dari delapan orang harus melewati tembok setinggi dua meter dengan membawa satu tiang telepon tanpa memperbolehkan tiang menyentuh tanah dan tanpa memperbolehkan orang atau tiang menyentuh tembok.* Di bawah tekanan tugas ini, perbedaan kinerja orang-orang sangat mencolok, ada yang jelas menjadi pemimpin, pengikut, besar mulut, dan kecil hati sedemikian rupa sehingga Kahneman dan rekan-rekannya semakin percaya diri bahwa mereka dapat menganalisis kualitas kepemimpinan calon dan mengenali bagaimana mereka akan berkinerja dalam pelatihan perwira dan perang.

* Solusi yang umum adalah beberapa anggota regu menjunjung tiang dalam posisi kemiringan tertentu sementara yang lain bergiliran memanjati tiang dan melompat melewati tembok. Lalu, akhirnya tiang dapat diserahkan ke sisi yang lain, dijunjung dalam posisi miring, dan sisa regu dapat melompat untuk meraihnya, merayap di sepanjang tiang sampai mereka dapat melompati pagar.

Ternyata mereka sangat keliru. Setiap beberapa bulan, ada "hari statistik" di mana mereka mendapat umpan balik tentang seberapa akuratnya ramalan mereka. Setiap kali, mereka menemukan bahwa ramalan mereka nyaris tidak ada bedanya dengan tebakan acak. Setiap kali, mereka mendapatkan pengalaman dan memberi penilaian yang lebih percaya diri. Dan setiap kali pula, penilaian mereka tidak membaik. Kahneman takjub pada "tidak adanya hubungan antara informasi statistik dan pengalaman pemahaman yang meyakinkan". Di saat yang sama, terbit sebuah buku yang berpengaruh tentang penilaian pakar, buku yang menurut Kahneman "sangat" mengesankannya. Buku itu adalah ulasan riset yang sangat beragam, yang mengguncang dunia psikologi karena menunjukkan bahwa pengalaman tidak menciptakan keterampilan di beragam skenario dunia nyata, mulai dari administrator perguruan tinggi yang menilai potensi mahasiswanya, psikiater yang meramalkan kinerja pasien, dan profesional sumber daya manusia yang memutuskan siapa yang akan lolos di pelatihan kerja. Di bidang-bidang itu, yang melibatkan perilaku manusia dan di mana pola tidak berulang secara jelas, pengulangan tidak menimbulkan pembelajaran. Catur, golf, dan pemadam kebakaran adalah pengecualian, bukan aturan.

Perbedaan di antara apa yang didokumentasikan oleh Klein dan Kahneman tentang para profesional yang berpengalaman terangkum dalam satu masalah besar: Apakah spesialis akan semakin baik bersama pengalaman atau tidak?

Pada 2009, Kahneman dan Klein mengambil langkah yang tidak biasa untuk bersama-sama mengarang sebuah makalah di mana mereka menjelaskan pandangannya dan mencari kesamaan. Dan mereka menemukannya. Mereka sepakat: apakah pengalaman pasti akan menjurus ke kemahiran atau tidak, itu akan sepenuhnya bergantung pada bidangnya.

Pengalaman yang terbatas akan lebih baik untuk pemain catur, pemain poker, dan pemadam kebakaran, tetapi bukan faktor

peramalan yang lebih baik untuk tren keuangan atau politik atau bagaimana pegawai atau pasien akan berkinerja. Bidang-bidang yang Klein pelajari—di mana pengenalan pola secara naluriah akan sangat berhasil—adalah apa yang disebut oleh psikolog Robin Hogarth sebagai lingkungan pembelajaran yang "ramah". Di lingkungan ini, pola terjadi secara berulang serta umpan balik sangat akurat dan biasanya sangat cepat. Di bidang golf atau catur, bola atau bidak bergerak sesuai aturan dan di dalam batas-batas tertentu, konsekuensinya bisa terlihat dengan cepat, dan tantangan yang serupa muncul berulang-ulang. Pukullah bola golf, maka ia akan meluncur terlalu jauh atau tidak cukup jauh; ia akan membelok atau meluncur lurus. Pemain mengamati apa yang telah terjadi, berusaha memperbaiki kesalahan, mencoba lagi, dan mengulang selama bertahun-tahun. Itu adalah definisi dari latihan yang disengaja, jenis yang dikenali oleh aturan sepuluh ribu jam dan pengkhususan bidang sejak dini dalam pelatihan teknis. Lingkungan pembelajaran ini ramah karena pembelajar akan membaik hanya dengan terlibat dalam aktivitas dan berusaha melakukannya dengan lebih baik. Kahneman berfokus pada sisi sebaliknya dari lingkungan pembelajaran yang ramah; Hogarth menyebutnya pembelajaran yang "culas".

Di bidang-bidang yang "culas", aturan permainan sering kali tidak jelas atau tidak lengkap, mungkin ada atau tidak ada pola berulang yang tidak terlihat dengan jelas, dan sering kali umpan balik sangat lambat, tidak akurat, atau keduanya sekaligus.

Di lingkungan pembelajaran yang sangat culas, pengalaman justru akan menguatkan pelajaran yang jelas-jelas keliru. Hogarth mencermati seorang dokter tersohor di New York dalam keterampilannya sebagai ahli diagnosis. Pengkhususan bidang khusus dari dokter ini adalah demam tifoid, dan ia memeriksa penyakit ini pada pasiennya dengan meraba lidah pasien menggunakan tangannya. Berulang kali pengujiannya menggunakan tangan itu menghasilkan diagnosis positif sebelum pasien menunjukkan satu pun gejala. Berulang kali pula diagnosisnya ternyata benar. Seperti yang ke-

lak dikatakan oleh dokter lainnya, "Dengan hanya menggunakan tangannya, ia adalah penular yang lebih produktif dibandingkan kuman tifoid itu sendiri." Ternyata, berulangnya kesuksesan telah mengajarkan pelajaran yang paling buruk baginya. Hanya sedikit lingkungan pembelajaran yang culas, tetapi tidak diperlukan banyak pembelajaran yang culas untuk menjungkirkan seorang profesional yang berpengalaman keluar dari jalurnya. Ketika menghadapi situasi yang baru, misalnya kebakaran di gedung pencakar langit, para pakar pemadam kebakaran bisa tiba-tiba menemukan dirinya kehilangan naluri yang telah terbentuk oleh bertahun-tahun menangani kebakaran rumah biasa dan menjadi rentan akan keputusan yang buruk. Dengan berubahnya *status quo*, para master catur juga bisa menemukan bahwa keterampilan yang telah mereka bangun selama bertahun-tahun tiba-tiba menjadi sia-sia.

Di pertunjukan tahun 1997 yang disebut sebagai perang akhir antara keunggulan kecerdasan alami dan kecerdasan buatan, superkomputer IBM Deep Blue mengalahkan Garry Kasparov. Deep Blue mengevaluasi dua ratus juta posisi catur per detik. Ini baru sebagian kecil dari kemungkinan posisi dalam catur—kemungkinan posisi permainan catur lebih banyak daripada jumlah atom yang bisa teramati di semesta—artinya cukup banyak untuk mengalahkan manusia terbaik sekalipun. Menurut Kasparov, "Kini, aplikasi catur gratis di ponsel Anda lebih kuat daripada saya." Dan ia bukan sedang bicara secara simbolis.

"Apa pun yang bisa kita lakukan, dan kita tahu bagaimana cara melakukannya, mesin akan bisa melakukannya dengan lebih baik," katanya pada suatu kuliah. "Jika kita bisa mengodifikasikan dan memasukkannya ke komputer, mereka akan melakukannya dengan lebih baik." Namun, kekalahannya dari Deep Blue memunculkan gagasan. Dalam bermain dengan komputer, ia mengenali apa yang oleh para akademisi kecerdasan buatan disebut "paradoks

Moravec": mesin dan manusia sering kali memiliki kekuatan dan kelemahan yang berlawanan.

Ada yang mengatakan bahwa "catur adalah 99% taktik." Taktik adalah kombinasi gerakan singkat yang pemain gunakan untuk langsung mendapatkan keunggulan di papan catur. Ketika bisa mempelajari semua pola itu, pemain menguasai taktik. Perencanaan gambaran besar dalam catur, atau cara mengelola pertempuran kecil untuk memenangkan perang, disebut strategi. Seperti yang telah ditulis oleh Susan Polgar, "Anda bisa maju sangat jauh dengan memahami taktik"—dalam kata lain dengan mengenali banyak pola—"meski hanya memiliki pengertian yang sangat mendasar tentang strategi."

Berkat daya penghitungannya, secara taktis komputer tidak memiliki cacat dibandingkan manusia. Para *grandmaster* catur meramalkan masa depan jangka pendek, tetapi komputer bisa melakukannya dengan lebih baik. Kasparov bertanya-tanya, bagaimana jika kekuatan taktis komputer digabungkan dengan pemikiran gambaran besar yang strategis dari manusia?

Pada 1998, ia membantu menyelenggarakan turnamen "catur tingkat lanjut" yang pertama, di mana Kasparov sendiri bersanding dengan sebuah komputer. Pembelajaran pola selama bertahun-tahun bisa ia abaikan. Mitra mesinnya bisa menangani soal taktik sehingga manusia bisa berfokus pada strategi. Ini seperti Tiger Woods menghadapi para pemain terbaik di permainan video golf. Bertahun-tahun pengulangannya akan dinetralisasi, dan lomba akan beralih dari pelaksanaan teknis menjadi pelaksanaan strategi. Dalam catur, ini langsung mengubah urutan serangan. Menurut Kasparov, "Dalam kondisi ini, kreativitas manusia menjadi lebih memuncak lagi, bukan berkurang." Dalam pertandingan ini, Kasparov bermain imbang 3-3 melawan seorang pemain yang sebulan sebelumnya telah ia kalahkan 4-0 di pertandingan catur tradisional. "Keunggulanku dalam memperhitungkan taktik telah dinihilkan oleh mesin." Manfaat utama dari bertahun-tahun pengalaman dengan pelatihan khusus

telah diserahkan kepada mesin, dan dalam lomba di mana manusia berfokus pada strategi, tiba-tiba Kasparov punya tandingan.

Beberapa tahun kemudian diselenggarakan turnamen "catur gaya bebas" yang pertama. Regu-regu bisa terdiri dari banyak manusia dan komputer. Manfaat latihan khusus seumur hidup yang telah melebur dalam catur tingkat lanjut menjadi benar-benar disingkirkan dalam catur gaya bebas. Duet pemain catur amatir bersama tiga komputer biasa bukan hanya menghancurkan Hydra—superkomputer catur terbaik—tetapi juga menghancurkan regu-regu *grandmaster* yang menggunakan komputer. Kasparov menyimpulkan bahwa manusia di regu yang menang adalah yang terbaik dalam "melatih" komputer mengenai apa yang perlu diperiksa lalu menyatukan informasi itu menjadi strategi keseluruhan. Regu kombinasi manusia/komputer—yang dikenal sebagai "*centaur*"—memainkan catur tingkat tertinggi sejauh ini. Jika kemenangan Deep Blue atas Kasparov menandai pemindahan kekuatan catur dari manusia ke komputer, kemenangan *centaur* atas Hydra melambangkan sesuatu yang lebih menarik lagi: manusia diberdayakan untuk melakukan yang terbaik tanpa harus mengalami bertahun-tahun pengenalan pola yang khusus.

Pada 2014, sebuah situs catur yang berbasis di Abu Dhabi menawarkan hadiah sebesar $20.000 kepada para pemain catur gaya bebas untuk bertanding di sebuah turnamen yang juga melibatkan gim di mana program-program catur bermain tanpa campur tangan manusia. Regu yang menang terdiri dari empat orang dan beberapa komputer. Kapten regu dan pembuat keputusan utama adalah Anson Williams, insinyur Inggris yang tidak memiliki peringkat catur resmi. Rekan regunya, Nelson Hernandez, mengatakan kepada saya, "Yang tidak orang-orang pahami adalah gaya bebas melibatkan seperangkat keterampilan terpadu yang pada beberapa kasus tidak ada hubungannya dengan bermain catur." Dalam catur tradisional, Williams mungkin berada di tingkatan amatir biasa. Namun, ia sangat mengenal komputer dan pandai memadukan aliran informasi

untuk keputusan strategis. Ketika remaja, ia menonjol di permainan video *Command & Conquer,* yang dikenal sebagai permainan "strategi waktu nyata" karena para pemainnya bergerak secara bersamaan. Dalam catur gaya bebas, ia harus mempertimbangkan nasihat dari teman regunya dan berbagai program komputer, lalu dengan cepat mengarahkan komputer untuk memeriksa kemungkinan tertentu secara lebih mendalam. Ia seperti seorang eksekutif dengan sebuah tim penasihat taktik yang terdiri dari para mega-*grandmaster*, yang memutuskan nasihat mana yang perlu dilacak lebih mendalam dan pada akhirnya dilaksanakan. Ia memainkan setiap permainan dengan hati-hati, mengharapkan hasil imbang, tetapi berusaha membangun situasi yang bisa membujuk lawan membuat kesalahan.

Pada akhirnya, Kasparov memang menemukan cara untuk mengalahkan komputer: dengan meminjam taktik—bagian dari kemahiran manusia yang paling mudah digantikan, bagian yang ia dan para genius Polgar telah asah selama bertahun-tahun.

Pada 2007, televisi National Geographic memberi ujian kepada Susan Polgar. Mereka mendudukkannya di meja trotoar di tengah blok perumahan yang rindang dari Greenwich Village, Manhattan, di depan papan catur yang kosong. Penduduk New York yang mengenakan celana jin dan jaket musim gugur sedang menjalani kesibukan sehari-harinya ketika sebuah truk putih yang membawa sebuah gambar papan catur besar berisi dua puluh delapan bidak yang tersusun dalam posisi tertentu di tengah suatu permainan, membelok kiri ke Jalan Thompson, melewati toko daging, dan melewati Susan Polgar. Susan sekilas memandang gambar itu ketika truk lewat, lalu dengan sempurna meniru susunan bidak di papan catur yang ada di depannya. Acara ini mengulang serangkaian eksperimen catur tersohor yang telah membuka tirai untuk keterampilan lingkungan pembelajaran yang ramah.

Yang pertama terjadi pada 1940-an, ketika master catur dan psikolog Belanda Adriaan de Groot secara sekilas memperlihatkan papan catur yang berisi bidak-bidak di tengah permainan kepada para pemain dari berbagai tingkat kemampuan, lalu meminta mereka sebisa mungkin meniru susunannya. Seorang *grandmaster* berulang kali berhasil meniru seluruh papan setelah melihatnya selama tiga detik. Pemain tingkat master berhasil di separuh waktu dibandingkan *grandmaster*. Pemain di tingkat yang lebih rendah, yaitu seorang juara kota dan pemain klub biasa, tidak pernah berhasil meniru papan catur itu secara akurat. Persis seperti Susan Polgar, para *grandmaster* sepertinya memiliki ingatan fotografik.

Setelah Susan sukses di ujian pertamanya, televisi National Geographic memutar truk untuk menunjukkan gambar yang ada di sisi lain, yang adalah gambar papan catur dengan bidak-bidak ditempatkan secara acak. Ketika Susan melihat gambar itu, walaupun jumlah bidaknya lebih sedikit, ia nyaris tidak bisa menyusun apa pun.

Ujian itu mengulang eksperimen pada 1973, di mana dua psikolog Carnegie Mellon University, William G. Chase dan calon pemenang penghargaan Nobel Herbert A. Simon, mengulang latihan De Groot, tetapi menambah sesuatu yang lain. Kali ini, para pemain juga diberi gambar papan catur dengan bidak-bidak dalam susunan yang tidak akan pernah terjadi dalam suatu permainan catur. Tiba-tiba, para pakar catur itu berkinerja seperti para pemain dari tingkatan yang lebih rendah. Para *grandmaster* itu tidak pernah memiliki ingatan fotografik. Melalui kajian pola permainan yang berulang, mereka belajar melakukan apa yang disebut oleh Chase dan Simon sebagai "pengelompokan". Alih-alih berusaha mengingat lokasi dari setiap pion, kuda, atau benteng, otak para pemain elite itu mengelompokkan bidak-bidak menjadi sejumlah kecil kelompok yang bermakna berdasarkan pola-pola yang sudah dikenalnya. Pola-pola itu memungkinkan para pemain pakar untuk langsung menilai situasi berdasarkan pengalaman, dan inilah sebabnya Gary Kasparov memberitahu saya bahwa para *grandmaster*

biasanya mengetahui gerakan mereka dalam hitungan detik. Bagi Susan Polgar, ketika truk lewat untuk pertama kalinya, gambar itu bukanlah dua puluh delapan benda, tetapi lima kelompok bermakna berbeda yang menunjukkan bagaimana permainan sedang berlangsung.

Pengelompokan ini membantu menjelaskan kejadian-kejadian yang tampak seperti ingatan yang spesifik dan ajaib dari para musisi yang memainkan karya musik panjang di luar kepala dan para pemain perempat belakang yang mengenali pola-pola pemain dalam sepersekian detik lalu membuat keputusan untuk melempar bola. Sebab dari mengapa para atlet elite sepertinya memiliki refleks manusia super adalah karena mereka mengenali pola-pola bola atau gerakan tubuh yang memberitahu apa yang akan terjadi sebelum peristiwa itu terjadi. Ketika diuji di luar konteks pengkhususan bidangnya, reaksi manusia super mereka menghilang.

Setiap hari kita semua mengandalkan pengelompokan dalam keterampilan yang kita kuasai. Sekarang, coba luangkan sepuluh detik untuk mencoba mengingat sebanyak mungkin dari dua puluh lima kata berikut:

> Karena kelompok dua puluh pola-pola bermakna yang kata akan lebih mudah ke dalam mengelompokkan diingat yang sudah Anda kenal kalimat bisa Anda untuk di dalam.

Baiklah, sekarang coba lagi:

> Dua puluh kata akan lebih mudah untuk diingat di dalam kalimat yang bermakna karena Anda bisa mengelompokkan pola-pola yang sudah Anda kenal ke dalam kelompok.

Kedua susunan kata tersebut adalah dua puluh lima potong informasi yang sama, tetapi dalam perjalanan hidup, Anda telah

mempelajari pola kata yang membuat Anda langsung mengartikan susunan kata kedua dan mengingatnya dengan lebih mudah. "Komputer" di kepala Anda bukan memiliki ingatan ajaib; seperti musisi dan pemain perempat belakang, mereka telah belajar mengelompokkan informasi yang berulang.

Mempelajari sejumlah besar pola yang berulang akan sangat penting dalam catur sehingga pengkhususan bidang sejak dini dalam latihan yang teknis akan sangat penting. Psikolog Fernand Gobet (seorang master internasional) dan Guillermo Campitelli (pelatih calon *grandmaster*) menemukan bahwa peluang seorang pemain catur kompetitif untuk mencapai status master internasional (satu tingkat di bawah *grandmaster*) akan turun dari satu dari setiap empat orang menjadi satu dari setiap lima puluh lima orang jika pelatihan yang keras belum dimulai di usia dua belas tahun. Pengelompokan bisa tampak seperti keajaiban, tetapi itu datang dari latihan yang sangat luas dan berulang. Laszlo Polgar memang benar dalam memercayai metode ini. Putri-putrinya bahkan bukan bukti yang ekstrem.

Selama lebih dari lima puluh tahun, psikiater Darold Treffert mempelajari para *savant*, orang-orang yang memiliki dorongan yang tidak bisa dipuaskan dalam berlatih di satu bidang, dan kemampuannya di bidang itu jauh melampaui kemampuannya di bidang lain. Treffert menyebutnya sebagai "pulau-pulau genius".* Treffert mendokumentasikan ciri-ciri para *savant* yang nyaris tidak bisa dipercayai, misalnya pianis Leslie Lemke, yang bisa memainkan ribuan lagu di luar kepala. Karena Lemke dan *savant* lain sepertinya memiliki kapasitas ingatan yang tak terbatas, pada awalnya Treffert mengaitkan kemampuan mereka dengan ingatan yang sempurna; mereka adalah alat perekam dalam bentuk manusia. Hanya saja, ketika mereka diuji setelah mendengar sebuah karya musik untuk

* Sekitar separuh *savant* adalah autis dan beberapa lainnya adalah difabel, tetapi tidak seluruhnya.

pertama kalinya, para *savant* di bidang musik lebih mudah mereproduksi musik "bernada kunci"—genre dari hampir semua musik pop dan sebagian besar musik klasik—dibandingkan musik "tak bernada kunci", di mana urutan nada tidak mengikuti struktur harmoni yang sudah dikenal. Jika para *savant* adalah alat perekam yang memutar kembali nada-nada, tidak akan ada bedanya ketika mereka diminta untuk mengulang musik yang mengikuti aturan gubahan populer atau tidak. Namun, pada kenyataannya, itu menimbulkan perbedaan yang sangat besar. Pada sebuah kajian dari seorang *savant* pianis, periset—yang telah mendengar pianis itu memainkan ratusan lagu tanpa cela—tercengang ketika pianis tersebut tidak bisa memainkan musik tak bernada kunci bahkan setelah suatu sesi latihan bersama lagu itu. "Apa yang saya dengar begitu ganjil sehingga saya merasa perlu memeriksa apakah pengaturan tuts pianonya telah berubah," catat periset. "Namun, ia benar-benar melakukan kesalahan, dan kesalahan itu terus berlanjut." Pola dan struktur yang sudah dikenal sangatlah penting bagi kemampuan mengingat yang luar biasa dari para *savant*. Begitu pula ketika para *savant* seniman ditunjukkan gambar-gambar secara sekilas lalu diminta untuk meniru gambar itu, mereka berkinerja lebih baik dengan gambar dari benda-benda kehidupan nyata dibandingkan gambar abstrak.

Diperlukan puluhan tahun sebelum Treffert menyadari bahwa ia telah keliru, dan bahwa para *savant* memiliki lebih banyak kesamaan dengan para genius seperti Polgar bersaudari dibandingkan yang ia bayangkan. Mereka bukan sekadar berlatih mengulang. Kecemerlangan mereka, seperti kecemerlangan Polgar, mengandalkan struktur yang berulang, dan inilah tepatnya yang membuat keterampilan Polgar sangat mudah untuk diotomatisasi.

Dengan berbagai kemajuan yang dibuat oleh program catur AlphaZero (dimiliki oleh cabang kecerdasan buatan dari perusahaan induk Google), mungkin para *centaur* puncak sekalipun akan dikalahkan dalam turnamen catur gaya bebas. Tidak seperti program-program catur sebelumnya—yang menggunakan pemrosesan

kasar untuk memperhitungkan sejumlah besar kemungkinan gerak dan memeringkatnya berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh pemrogram—AlphaZero sebenarnya mengajarkan dirinya sendiri untuk bermain. Ia hanya membutuhkan aturan, lalu bermain sendiri sebanyak miliaran kali, melacak apa yang cenderung berhasil dan tidak berhasil, lalu menggunakannya untuk meningkatkan diri. Singkatnya, ia mengalahkan program catur terbaik. Ia melakukan hal yang sama dengan permainan Go, yang memiliki lebih banyak kemungkinan posisi. Namun, pelajaran dari *centaur* tetap berlaku: semakin suatu tugas digeser ke suatu dunia terbuka dari strategi gambaran besar, semakin banyak manusia harus menambah.

Para pemrogram AlphaZero memamerkan program hebatnya dengan menyatakan bahwa ciptaan mereka telah dengan sendirinya berangkat dari "tabula rasa" (keadaan kosong) ke penguasaan. Namun, memulai dengan sebuah permainan sebenarnya bukanlah keadaan kosong. Program itu masih beroperasi di suatu dunia yang terbatas, yang dibatasi oleh aturan. Bahkan di permainan video yang tidak terlalu terikat oleh pola-pola taktik, masih panjang jalan yang harus dilalui oleh komputer.

Tantangan terbaru dari permainan video bagi kecerdasan buatan adalah StarCraft, suatu permainan strategi waktu nyata di mana makhluk-makhluk fiksional pergi berperang untuk berebut kemenangan di suatu tempat di galaksi Bima Sakti. Permainan ini memerlukan pembuatan keputusan yang lebih kompleks daripada catur. Ada pertempuran yang perlu dikelola, infrastruktur yang perlu direncanakan, tindakan Mematai-matai yang perlu dilakukan, wilayah geografis yang perlu dijelajahi, serta sumber daya yang perlu dikumpulkan, dan kesemuanya itu saling berbagi informasi. "Komputer masih kalah di StarCraft," kata Julian Togelius kepada saya saat musim panas 2017. Ia adalah seorang profesor ilmu komputer di New York University yang mempelajari kecerdasan buatan dalam permainan. Bahkan ketika mereka mengalahkan manusia di permainan perorangan, para pemain manusia bisa menyelaraskan

dirinya dengan "strategi adaptif jangka panjang" dan mulai menang lagi. "Ada begitu banyak lapisan pemikiran," katanya. "Manusia, secara perorangan, sepertinya kalah di bidang itu, tetapi kita memiliki semacam gagasan kira-kira dari setiap lapisan pikiran dan bisa menggabungkannya dan menyelaraskan. Sepertinya itulah triknya."

Pada 2019, di StarCraft versi terbatas, kecerdasan buatan mengalahkan seorang pemain profesional. (Pemain pro beradaptasi dan mendapatkan kemenangan setelah serangkaian kekalahan.) Namun, kompleksitas strategi dari permainan itu memberi sebuah pelajaran: semakin besar gambarnya, semakin unik potensi kontribusi manusia. Kekuatan terbesar kita adalah kebalikan dari pengkhususan bidang yang terbatas. Kekuatan ini adalah kemampuan untuk memadukan secara luas. Menurut Gary Marcus, seorang profesor psikologi dan ilmu persarafan yang menjual perusahaan pembelajaran mesinnya kepada Uber, "Di dunia yang cukup terbatas, manusia mungkin tidak bisa banyak berkontribusi lagi. Namun, di permainan yang lebih berujung terbuka, menurut saya mereka pasti akan berkontribusi. Dan bukan hanya di permainan, mereka masih akan mengalahkan mesin di masalah dunia nyata yang berujung terbuka."

Kemajuan kecerdasan buatan di dunia catur yang tertutup dan teratur, dengan umpan balik yang langsung dan data yang tak terbatas, memang luar biasa. Di dunia mengemudi kendaraan yang terikat aturan tetapi lebih berantakan, kecerdasan buatan telah maju pesat, meskipun masih memiliki tantangan. Namun, di masalah dunia yang benar-benar terbuka, yang tidak memiliki aturan baku, dan memiliki begitu banyak data sejarah yang sempurna, kecerdasan buatan gagal total. Watson milik IBM dihancurkan di acara televisi Jeopardy!, dan karenanya disebut sebagai revolusi di pengobatan kanker, di mana ia gagal total sehingga beberapa pakar kecerdasan buatan berkata kepada saya bahwa mereka khawatir reputasi AI akan menodai riset kecerdasan buatan di bidang yang terkait dengan kesehatan. Seperti yang dikatakan oleh seorang spesialis kanker, "Perbedaan antara menang di Jeopardy! dan mengobati

semua kanker adalah kita mengetahui jawaban dari pertanyaan-pertanyaan Jeopardy!." Pada kanker, kita bahkan masih berusaha menghadirkan pertanyaan yang tepat.

Pada 2009, sebuah laporan di jurnal *Nature* yang bergengsi mengumumkan bahwa Google Flu Trends dapat menggunakan pola-pola pencarian pertanyaan di Google untuk meramalkan penyebaran flu di musim dingin secara lebih cepat dan sama akuratnya dengan yang dilakukan oleh Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit. Namun, tidak lama kemudian Google Flu Trends mulai goyah, dan pada musim dingin 2013, ia meramalkan prevalensi flu yang lebih dari dua kali lipat dibandingkan kenyataannya di Amerika Serikat. Kini, Google Flu Trends tidak lagi menerbitkan perkiraannya dan hanya memasang laman yang mengatakan "hari ini masih terlalu dini" untuk meramalkan. Marcus menggunakan analogi ini untuk batas yang saat ini masih dimiliki oleh mesin: "Sistem-sistem kecerdasan buatan adalah seperti para *savant*." Mereka membutuhkan struktur yang stabil dan dunia yang terbatas.

Ketika kita mengetahui aturan dan jawaban, dan semuanya itu tidak berubah di sepanjang waktu—seperti di catur, golf, dan musik klasik—kita bisa menganjurkan latihan melakukan pengkhususan bidang tinggi sejak hari pertama, seperti para *savant*. Namun, itu adalah model yang buruk untuk sebagian besar hal yang ingin dipelajari oleh manusia.

Ketika pengkhususan bidang yang terbatas dikombinasikan dengan bidang yang tidak ramah, kecenderungan manusia untuk mengandalkan pola-pola yang sudah dikenalnya bisa berakibat sangat buruk—seperti para pemadam kebakaran yang tiba-tiba membuat keputusan buruk ketika menghadapi kebakaran pada struktur bangunan yang asing. Chris Argyris, yang membantu mendirikan Yale School of Management, memperhatikan bahaya dari memperlakukan dunia yang culas sebagai dunia yang ramah. Ia mempelajari para konsultan hebat dari sekolah bisnis terkemuka selama lima belas tahun dan melihat bahwa mereka berkinerja sangat

baik terhadap masalah yang dihadirkan oleh sekolah bisnis, masalah yang telah dirumuskan dengan baik dan langsung dinilai. Namun, mereka menggunakan apa yang Argyris sebut sebagai pembelajaran lingkaran tunggal, jenis pembelajaran yang memilih solusi tidak asing yang pertama muncul di benak. Jika solusi itu ternyata salah, para konsultan itu biasanya menjadi defensif. Argyris menemukan bahwa "kepribadian rapuh" mereka sangat mengejutkan mengingat "esensi dari pekerjaan mereka adalah mengajar orang lain untuk melakukan segalanya secara berbeda."

Psikolog Barry Schwartz menunjukkan kekakuan terpola serupa di antara para praktisi berpengalaman ketika ia memberi teka-teki logika kepada para mahasiswa. Teka-teki ini melibatkan penekanan tombol untuk menyalakan dan memadamkan lampu secara berurutan, dan mereka boleh memainkannya berulang-ulang. Teka-teki ini bisa dijawab dengan tujuh puluh cara yang berbeda, dengan sedikit hadiah uang untuk setiap keberhasilan. Para mahasiswa tidak diberi aturan, jadi harus menjawab teka-teki melalui percobaan dan kegagalan.* Jika mahasiswa menemukan solusi, mereka terus mengulangnya untuk mendapat lebih banyak uang, bahkan jika mereka tidak tahu mengapa solusi itu berhasil. Kemudian, mahasiswa-mahasiswa baru dilibatkan, dan sekarang semuanya diminta untuk menemukan aturan umum dari semua solusi. Hal yang luar biasa adalah setiap mahasiswa baru menemukan aturan umum untuk keseluruh tujuh puluh solusi, sementara hanya satu mahasiswa yang sebelumnya telah mendapat hadiah untuk satu

* Dua puluh lima lampu dipasang di belakang sebuah papan tembus cahaya, dan teka-teki dimulai dengan lampu kiri atas menyala dan papan nilai menunjukkan angka nol. Subjek kajian diberitahu bahwa jika mendapatkan nilai, mereka akan diberi hadiah uang, tetapi mereka tidak diberitahu bagaimana caranya mendapatkan nilai. Dengan bereksperimen, mereka bisa mengetahui bahwa dengan menekan tombol dengan urutan tertentu akan mengakibatkan lampu kanan bawah menyala, dan itu adalah cara untuk mendapatkan nilai dan hadiah uang. Pada dasarnya, mereka harus memindahkan cahaya dari kiri atas ke kanan bawah.

solusi yang berhasil menemukan aturan umum itu. Subjudul dari makalah Schwartz adalah: "Cara untuk Tidak Mengajar Orang untuk Menemukan Aturan"—yaitu dengan menyediakan hadiah untuk sukses jangka pendek yang berulang dengan keragaman solusi yang terbatas.

Semua ini adalah kabar buruk bagi beberapa analogi pembelajaran sukses yang disukai dunia—kakak-beradik Polgar, Tiger Woods, dan beberapa analogi lain yang berbasis olahraga atau permainan. Dibandingkan golf, jenis olahraga seperti tenis memiliki lebih banyak dinamika, di mana setiap detik pemain menyesuaikan diri dengan lawan agar lebih unggul, dan terkadang dengan teman-teman regunya sendiri. (Roger adalah peraih medali emas untuk tenis ganda putra di Olimpiade 2008.) Namun, tenis masih berada di salah satu ujung keragaman dibandingkan, misalnya, ruang kedaruratan rumah sakit, di mana dokter dan perawat tidak otomatis mengetahui apa yang telah terjadi pada pasien setelah mereka berjumpa. Mereka harus menemukan cara-cara untuk belajar di luar latihan dan mengasimilasi pelajaran-pelajaran yang bahkan mungkin bertentangan dengan pengalaman langsungnya.

Dunia ini bukanlah golf, sebagian besar bahkan bukan tenis. Seperti yang dikatakan oleh Robin Hogarth, sebagian besar dunia adalah "tenis orang Mars". Anda bisa melihat pemain di lapangan bersama raket dan bola, tetapi tidak seorang pun yang memberitahukan aturannya. Terserah Anda sendiri untuk menimba aturan itu, dan aturan itu bisa berubah tanpa pemberitahuan lebih dulu.

Selama ini kita menggunakan kisah yang keliru. Kisah Tiger dan Polgar telah memberi kesan yang keliru bahwa keterampilan manusia selalu dikembangkan dengan lingkungan pembelajaran yang sangat ramah. Jika memang seperti itu, pengkhususan bidang yang terbatas dan teknis yang dimulai sedini mungkin biasanya akan berhasil. Namun, ini bahkan tidak berhasil di sebagian besar jenis olahraga.

Jika jumlah latihan khusus yang dimulai sejak dini di area yang terbatas adalah kunci untuk kinerja yang inovatif, para *savant* akan

mendominasi setiap bidang yang mereka sentuh dan anak genius akan selalu menjadi orang dewasa yang unggul. Seperti yang diperhatikan oleh psikolog Ellen Winner—salah satu ahli terkemuka soal anak berbakat—tidak pernah ada *savant* yang diketahui menjadi seorang "Pencipta Besar" yang mengubah dunia di bidangnya.

Ada bidang lain di luar catur di mana sejumlah besar latihan yang terbatas menghasilkan naluri seperti naluri *grandmaster*. Seperti pegolf, dokter bedah akan menjadi lebih ahli dengan melakukan pengulangan prosedur yang sama. Akuntan serta pemain *bridge* dan poker mengembangkan naluri yang akurat melalui pengalaman yang berulang. Kahneman merujuk ke "keteraturan statistikal yang kuat" di bidang-bidang itu. Namun, ketika aturan diubah sedikit saja, itu akan membuat para pakar seakan telah menukar keterampilan yang fleksibel dengan keterampilan yang terbatas. Dalam riset pada permainan *bridge* di mana urutan permainan diubah, para pakar lebih sulit menyesuaikan ke aturan yang baru dibandingkan pemain yang bukan pakar. Dalam suatu kajian, para akuntan yang berpengalaman diminta untuk menggunakan aturan pengurangan pajak baru yang menggantikan aturan yang lama, mereka berkinerja lebih buruk daripada para akuntan pemula. Erik Dane—profesor di Rice University yang mempelajari perilaku organisasional—menyebut fenomena ini sebagai "keterpakuan kognitif". Usulannya untuk menghindari fenomena ini adalah dengan kutub sebaliknya dari latihan sepuluh ribu jam yang ketat: variasikan tantangan dalam suatu bidang dan—seperti yang dikatakan oleh seorang periset—pastikan untuk "menapakkan satu kaki di luar dunia Anda".

Ilmuwan dan masyarakat sama-sama berpeluang memiliki hobi dalam bidang seni, tetapi ilmuwan yang dididik di akademi nasional tertinggi berpeluang lebih besar untuk memiliki kegemaran di luar pekerjaannya. Mereka yang telah memenangkan penghargaan Nobel memiliki peluang lebih besar lagi. Dibandingkan ilmuwan lainnya, para calon pemenang penghargaan Nobel setidaknya dua puluh dua kali lebih berpeluang untuk berpartisipasi sebagai aktor,

penari, penyulap, dan pemanggung amatir lainnya. Dibandingkan ilmuwan lainnya, ilmuwan yang dikenal secara nasional akan lebih berpeluang untuk menjadi musisi, pemahat, pelukis, pencetak, pekerja kayu, mekanik, pereparasi elektronik, peniup kaca, penyair, atau penulis fiksi atau nonfiksi. Dan, sekali lagi, para calon pemenang penghargaan Nobel memiliki peluang lebih besar lagi. Para pakar yang paling sukses juga adalah anggota dari dunia yang lebih luas. Calon pemenang penghargaan Nobel Spanyol, Santiago Ramón y Cajal—yang adalah bapak ilmu persarafan modern—mengatakan, "Bagi orang yang mengamati mereka dari jauh, sepertinya mereka mengumbar dan menyebar energinya, padahal pada kenyataannya mereka sedang menyalurkan dan menguatkan energinya." Kesimpulan utama dari riset yang menghabiskan waktu bertahun-tahun untuk mempelajari ilmuwan dan insinyur, yang semuanya dianggap sebagai pakar teknis sejati oleh rekan-rekannya, adalah bahwa mereka yang tidak memberi kontribusi kreatif ke bidangnya tidaklah memiliki minat estetika di luar area terbatas mereka. Seperti yang diamati oleh psikolog dan periset kreativitas yang terkemuka Dean Keith Simonton, "Alih-alih berfokus secara obsesif pada satu topik yang terbatas," para pencapai kreatif cenderung memiliki minat yang luas. "Keluasan ini sering kali mendukung pemahaman yang tidak bisa dikaitkan dengan kemahiran spesifik di satu bidang saja."

Penemuan-penemuan itu mengingatkan kita pada pidato Steve Jobs, di mana ia menceritakan pentingnya kelas kaligrafi untuk estetika desainnya. "Ketika kami merancang komputer Macintosh yang pertama, saya mengingat semua pelajaran kaligrafi itu," katanya. "Jika saya tidak pernah mengikuti satu kelas itu, Mac tidak akan pernah memiliki berbagai jenis huruf atau jarak yang proporsional di antara huruf." Atau insinyur listrik Claude Shannon, yang meluncurkan Zaman Informasi (*Information Age*) berkat kursus filsafat yang ia ikuti untuk memenuhi persyaratan di University of Michigan. Di kursus itu, ia terpapar karya logikawan autodidak Inggris abad ke-19, George Boole, yang menetapkan nilai 1 untuk

pernyataan yang benar dan nilai 0 untuk pernyataan yang salah, dan menunjukkan bahwa masalah logika bisa diselesaikan seperti persamaan matematika. Pendapatnya ini tidak memiliki arti praktis sampai tujuh puluh tahun setelah ia meninggal, ketika Shannon magang musim panas di sarana riset AT&T's Bell Labs. Di sana, ia menyadari bahwa ia bisa menggabungkan teknologi pengalihan panggilan telepon dengan sistem logika Boole untuk mengodekan dan memancarkan segala jenis informasi secara elektronik. Ini adalah pemahaman fundamental yang diandalkan oleh komputer. "Kebetulan saja tidak ada orang lain yang memahami kedua bidang itu sekaligus di saat yang sama," kata Shannon.

Pada 1979, Christopher Connolly turut mendirikan konsultasi psikologi di Inggris untuk membantu para pencapai tingkat tinggi (awalnya para atlet, lalu pencapai jenis lainnya) berkinerja dengan lebih baik. Setelah bertahun-tahun, Connolly menjadi ingin tahu mengapa beberapa profesional menjelajah ke luar dari kemahirannya yang terbatas, sementara beberapa lainnya sangat tekun mengembangkan kariernya—misalnya beralih dari bermain di orkestra kelas dunia menjadi penyelenggara orkestra. Tiga puluh tahun setelah ia memulai, Connolly kembali ke sekolah untuk melakukan riset doktoral tentang pertanyaannya itu, di bawah bimbingan Fernand Gobet—psikolog dan master catur internasional. Penemuan utama Connolly adalah bahwa di awal kariernya, mereka yang di kemudian hari beralih karier dengan sukses memiliki pelatihan yang luas dan tetap membuka berbagai "alur karier" bahkan saat mereka mengejar pengkhususan bidang utamanya. Mereka "melaju di jalan tol delapan lajur," tulisnya, alih-alih melaju di jalan satu lajur dan satu arah. Mereka memiliki *range*, keragaman. Orang-orang yang sukses di jalan ini sangat pandai mengambil pengetahuan dari satu bidang dan menerapkannya secara kreatif ke bidang lain serta menghindari keterpakuan kognitif. Mereka memberlakukan apa yang disebut oleh Hogarth sebagai "pemutus sirkuit". Mereka menimba pengalaman dan analogi dari luar untuk memutus

kecenderungan mereka ke arah solusi terdahulu yang sudah tidak berhasil lagi. Keterampilan mereka terletak pada *menghindari* pola lama yang sama. Di dunia yang culas, dengan tantangan yang tidak terumuskan dengan baik dan hanya sedikit aturan baku, keragaman bisa menjadi solusi praktis bagi hidup.

Menganggap dunia seperti golf dan catur memang menenangkan. Hal ini cocok dengan pesan tentang dunia yang ramah dan rapi, dan untuk beberapa buku yang sangat menarik. Dunia selain itu akan dimulai di mana anggapan itu berakhir—di tempat di mana olahraga populernya adalah tenis Mars, disertai pandangan tentang bagaimana dunia modern bisa menjadi sangat culas.

BAB 2

Bagaimana Terjadinya Dunia yang Culas

KOTA DUNEDIN berada di kaki semenanjung berbukit yang berada di Pulau South, Selandia Baru, yang menjorok ke Samudra Pasifik Selatan. Semenanjung ini terkenal dengan penguin bermata kuningnya, dan dengan malu-malu, Dunedin membanggakan jalan wilayah huniannya yang paling curam di dunia. Dunedin juga memiliki University of Otago, universitas tertua di Selandia Baru, dan rumah bagi James Flynn, profesor kajian politik yang telah mengubah cara pikir psikolog tentang berpikir.

Flynn mulai pada 1981, karena tergugah oleh sebuah makalah tua berusia tiga puluh tahun yang melaporkan nilai tes IQ dari para serdadu Amerika di Perang Dunia I dan II. Para serdadu Perang Dunia II memiliki nilai yang jauh lebih tinggi. Seorang serdadu Perang Dunia I yang nilainya berada di pertengahan nilai rekan-rekannya—persentil kelima puluh—akan hanya berada di persentil kedua puluh dua dibandingkan serdadu Perang Dunia II. Flynn bertanya-tanya apakah orang sipil juga mengalami kenaikan serupa. "Saya pikir, jika kenaikan IQ terjadi di suatu tempat," katanya kepada saya, "mungkin itu juga terjadi di mana-mana." Jika ia benar, para psikolog telah melalaikan sesuatu yang ada tepat di depan mata mereka.

Flynn menulis surat kepada para periset di negara-negara lain untuk meminta data, dan pada suatu Sabtu yang kelabu di bulan

November 1984, ia menemukan sepucuk surat di kotak surat universitasnya. Surat itu datang dari seorang periset Belanda yang berisi bertahun-tahun data mentah dari tes IQ yang diberikan kepada para pemuda Belanda. Data itu berasal dari suatu tes yang dikenal sebagai Raven's Progressive Matrices, yang dirancang untuk mengukur kemampuan pelaku tes dalam memahami kompleksitas. Setiap pertanyaan dari tes itu menunjukkan satu set desain abstrak di mana setiap desain kehilangan satu unsur. Pelaku tes harus berusaha mengisi desain yang tak lengkap itu untuk menyelesaikan sebuah pola. Tes Raven dianggap sebagai tes "reduksi budaya" yang terbaik; kinerja di tes ini tidak akan dipengaruhi oleh materi yang telah dipelajari dalam hidup, di dalam atau di luar sekolah. Jika makhluk Mars mendarat di Bumi, tes Raven adalah tes yang mampu menentukan seberapa pintarnya mereka. Dan Flynn langsung bisa melihat bahwa pemuda Belanda telah mengalami kenaikan IQ yang besar dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Flynn menemukan lebih banyak petunjuk di buku acuan tes itu. Semua tes IQ telah distandardisasi sehingga nilai rata-rata selalu 100 poin. (Mereka diperingkat berdasarkan suatu kurva, di mana nilai 100 berada di tengah.) Flynn memperhatikan bahwa dari waktu ke waktu, tes IQ harus distandardisasi ulang agar rata-rata tetap 100, karena pelaku tes masa kini memberi lebih banyak jawaban yang benar dibandingkan pelaku tes di masa lalu. Dalam dua belas bulan setelah menerima surat dari Belanda itu, Flynn mengumpulkan data dari empat belas negara. Setiap data itu menunjukkan kenaikan nilai IQ yang besar pada anak-anak dan orang dewasa. "Keunggulan [nilai IQ] kita dibandingkan leluhur kita berlaku seumur hidup kita," ungkap Flynn.

Flynn telah mengajukan pertanyaan yang benar. Kenaikan nilai IQ *telah* terjadi di mana-mana. Akademisi lain telah bertemu dengan data tua yang sama, tetapi tidak satu pun yang meneliti apakah itu adalah bagian dari suatu pola global, bahkan mereka yang telah mengutak-atik sistem penilaian agar rata-ratanya tetap berada di

100. "Sebagai orang luar," kata Flynn kepada saya, "saya terkejut mengetahui orang-orang yang telah terlatih di bidang psikometri ternyata menerima begitu saja hal-hal yang mereka dapatkan."

Sekarang, efek Flynn—peningkatan jawaban yang benar pada tes IQ untuk setiap generasi di abad kedua puluh—telah didokumentasikan di lebih dari tiga puluh negara. Kenaikan nilai IQ itu mengejutkan: tiga poin setiap sepuluh tahun. Untuk memberi sudut pandang bagi kenaikan itu, jika seorang dewasa masa kini memiliki nilai rata-rata dibandingkan dengan orang dewasa seabad yang lalu, ia akan berada di persentil kesembilan puluh delapan.

Ketika Flynn menerbitkan penemuannya pada 1987, itu seperti bom yang menimpa komunitas periset yang mempelajari kemampuan kognitif. American Psychological Association menyelenggarakan pertemuan untuk membahas isu ini. Para psikolog yang membela sifat mutlak dari nilai tes IQ menawarkan berbagai penjelasan untuk menihilkan efek Flynn, mulai dari pendidikan dan nutrisi yang lebih baik—yang dianggap sebagai faktor penyumbang—sampai pengalaman pelaku dalam melakukan tes, tetapi tidak satu pun penjelasan itu yang bisa menjelaskan pola ganjil dari kenaikan nilai IQ. Pada tes-tes yang mengukur materi yang dipelajari di sekolah, dari membaca, atau belajar secara autodidak—pengetahuan umum, aritmatika, perbendaharaan kata—nilai-nilai tes nyaris tidak bergeming. Sementara itu, kinerja pada tugas-tugas yang lebih abstrak, yang tidak pernah diajarkan secara resmi, misalnya tes Raven matriks, atau tes-tes "kesamaan" yang memerlukan penjelasan tentang keserupaan dari dua hal, hasilnya malah menjulang.

Anak muda masa kini yang diminta untuk memberi kesamaan di antara "senja" dan "subuh" mungkin langsung menyadari bahwa keduanya menandakan waktu dalam hari. Namun, dibandingkan kakek-neneknya, ia memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk memunculkan kesamaan tingkat tinggi: misalnya, keduanya me-

misahkan siang dari malam. Seorang anak yang hari ini mendapat nilai rata-rata untuk tes kesamaan akan berada di persentil ke-94 dari generasi kakek-neneknya. Ketika sekelompok periset Estonia menggunakan nilai tes nasional untuk membandingkan pemahaman kata dari anak-anak sekolah pada 1930-an dan 2006, mereka melihat peningkatan terjadi terutama pada kata-kata yang paling abstrak. Semakin abstrak katanya, semakin tinggi peningkatannya. Anak-anak itu nyaris tidak mengungguli kakek-neneknya pada kata-kata untuk benda atau fenomena yang bisa diamati secara langsung ("ayam betina", "makan", "penyakit"), tetapi sangat unggul untuk konsep yang tidak kasatmata ("hukum", "ikrar", "warga negara").

Kenaikan yang terbesar adalah kenaikan nilai global pada tes Raven's Progressive Matrices—yang diperkirakan tidak akan berubah. "Kenaikan yang sangat besar pada tes Raven menunjukkan bahwa anak-anak masa kini jauh lebih pandai menyelesaikan masalah secara langsung tanpa harus memiliki metode yang telah dipelajari sebelumnya," kata Flynn menyimpulkan. Mereka lebih bisa menimba pola dan aturan di bidang yang tidak berpola dan beraturan. Bahkan di beberapa negara yang akhir-akhir ini mengalami *penurunan* nilai tes IQ untuk kemampuan verbal dan matematika, nilai Raven tetap meningkat. Sepertinya, penyebabnya adalah sesuatu yang tidak bisa dijelaskan dalam udara modern. Bukan hanya itu, zat tambahan di udara yang misterius itu juga secara khusus menguatkan otak modern untuk tes-tes yang paling abstrak. Flynn bertanya-tanya, jenis perubahan apakah yang bisa begitu besar sekaligus begitu spesifik?

Sepanjang akhir 1920-an dan awal 1930-an, area-area terpencil dari Uni Soviet dipaksa mengalami perubahan sosial dan ekonomi yang normalnya akan membutuhkan beberapa generasi. Para petani perorangan di area-area terpencil—yang sekarang adalah Uzbekistan—telah lama bertahan hidup dengan memelihara kebun kecil untuk makanan dan menanam kapas untuk segala sesuatu yang

lain. Di dekatnya, di ladang-ladang pegunungan yang sekarang adalah Kyrgyzstan, para penggembala memelihara hewan. Semua penduduknya buta huruf, dan struktur hierarki sosial didukung oleh aturan agamis yang ketat. Nyaris dalam semalam, revolusi sosialis telah meruntuhkan cara hidup itu.

Pemerintah Soviet memaksa semua tanah pertanian menjadi pertanian kolektif yang besar dan memulai perkembangan industri. Ekonomi segera menjadi saling terhubung dan kompleks. Para petani harus membuat strategi kerja kolektif, merencanakan produksi, membagi fungsi, dan mengevaluasi di sepanjang jalan. Desa-desa terpencil mulai berkomunikasi dengan kota-kota yang jauh. Suatu jejaring kerja sekolah dibuka di wilayah yang 100% buta huruf, dan orang-orang dewasa mulai mempelajari sebuah sistem yang mencocokkan simbol dengan suara. Sebelumnya penduduk desa telah menggunakan angka, tetapi hanya untuk transaksi praktis. Sekarang mereka diajari angka sebagai sebuah konsep abstrak, yang tetap ada bahkan tanpa merujuk pada penghitungan jumlah hewan atau pembagian makanan. Beberapa perempuan desa tetap buta huruf, tetapi mengikuti kursus singkat tentang cara mengajar taman kanak-kanak. Perempuan lainnya dimasukkan ke sekolah guru untuk pendidikan yang lebih panjang. Kursus pendidikan prasekolah dan sains serta teknologi pertanian ditawarkan kepada siswa yang sama sekali tidak memiliki pendidikan resmi. Sekolah lanjutan dan lembaga teknik segera menyusul. Pada 1931, di tengah transformasi yang luar biasa itu, seorang psikolog belia Rusia yang cemerlang bernama Alexander Luria mengenali peluang "eksperimen alami", peluang yang unik dalam sejarah dunia itu. Ia bertanya-tanya apakah perubahan pekerjaan pada warga juga akan mengubah benak mereka.

Ketika Luria tiba, desa-desa yang paling terpencil belum tersentuh oleh restrukturisasi kemasyarakatan tradisional yang berkecepatan tinggi itu. Desa-desa itu menjadi kelompok kontrol untuk kajian Luria. Ia mempelajari bahasa setempat dan mengajak teman-teman psikolognya untuk terlibat dengan penduduk dalam situasi sosial yang sangat santai—di kedai teh atau padang rumput—dan

membahas berbagai pertanyaan atau tugas yang dirancang untuk mengetahui kebiasaan berpikir mereka.

Beberapa pertanyaan atau tugas itu sangat sederhana: menghadirkan untaian benang wol atau sutra dalam berbagai warna dan meminta partisipan untuk menjelaskannya. Petani kolektif dan pemimpin peternakan juga para siswa perempuan dengan mudah menjelaskan warna biru, merah, dan kuning, terkadang dengan variasi, misalnya biru tua atau kuning muda. Penduduk yang paling terpencil, yang masih "pramodern", memberi penjelasan yang lebih beragam: bunga kapas, gigi berlubang, air dalam jumlah besar, langit, atau kacang *pistachio*. Lalu, mereka diminta untuk memilah untaian benang itu menjadi kelompok. Petani kolektif dan anak-anak muda yang bahkan nyaris tidak memiliki pendidikan resmi bisa melakukannya dengan mudah, dengan wajar mereka membentuk kelompok-kelompok warna. Bahkan ketika mereka tidak mengetahui nama dari suatu warna tertentu, mereka tidak mengalami kesulitan untuk mengelompokkan warna yang lebih gelap atau lebih terang dari satu warna yang sama. Di sisi lain, penduduk yang paling terpencil, bahkan mereka yang pekerjaannya adalah menyulam, menolak. "Itu tidak bisa dilakukan," kata mereka, atau, "Tidak ada kesamaan pada mereka, kita tidak bisa mengelompokkannya." Ketika didesak dan diperbolehkan membuat lebih banyak kelompok kecil, beberapa di antaranya mengalah dan membuat pengelompokan yang sebenarnya acak. Beberapa lainnya sepertinya memilah benang menurut kepekatan warna, tanpa memedulikan jenis warna.

Eksperimen dilanjutkan dengan bentuk-bentuk geometris. Semakin besar dosis kemodernan, semakin besar kemungkinan seseorang untuk menangkap konsep abstrak dari "bentuk" dan mengelompokkan segitiga, persegi, dan lingkaran, bahkan jika mereka tidak memiliki pendidikan resmi dan tidak mengetahui nama dari bentuk itu. Sementara itu, penduduk desa yang terpencil tidak melihat kesamaan di antara persegi yang digambar dengan garis utuh dan persegi persis sama yang digambar dengan garis terputus-putus.

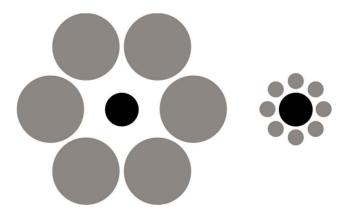
Bagi Alieva, seorang penduduk desa terpencil yang berusia dua puluh enam tahun, kotak yang digambar dengan garis utuh adalah peta dan kotak yang digambar dengan garis putus-putus adalah arloji. "Bagaimana peta dan arloji bisa dikelompokkan?" tanyanya dengan bingung. Khamid, penduduk desa terpencil yang berusia dua puluh empat tahun, bersiteguh bahwa lingkaran yang penuh dan lingkaran yang kosong tidak bisa disatukan karena yang satu adalah koin dan yang lain adalah bulan.

Pola ini berlanjut untuk setiap jenis pertanyaan. Didesak untuk melakukan pengelompokan konseptual—setara dengan pertanyaan kesamaan pada tes-tes IQ—penduduk desa terpencil mundur ke penjelasan praktis berdasarkan pengalaman langsung mereka. Ketika para psikolog berusaha menjelaskan latihan pengelompokan "yang mana yang bukan anggota" kepada Rakmat yang berusia tiga puluh sembilan tahun, mereka memberinya contoh dari tiga orang dewasa dan satu anak, di mana gambar anak itu jelas sangat berbeda dari ketiga orang yang lain. Namun, Rakmat tidak bisa melihatnya dengan cara seperti itu. "Anak itu harus tinggal bersama ketiga yang lain!" bantahnya. Orang dewasa sedang bekerja, "dan jika mereka harus terus lari ke luar untuk mengambil sesuatu, pekerjaan mereka tidak akan pernah selesai, tetapi anak itu bisa lari untuk mereka." Baiklah, lalu, bagaimana dengan palu, gergaji, kapak, dan batang kayu—tiga di antaranya adalah alat. Ketiganya bukan kelompok, jawab Rakmat, karena mereka tidak berguna tanpa batang kayu, jadi mengapa mereka harus disatukan?

Penduduk desa lainnya mengeluarkan palu atau kapak dari kelompok yang mereka anggap kurang serbaguna untuk digunakan bersama batang kayu, kecuali jika mereka mempertimbangkan untuk menancapkan kapak ke batang kayu dengan memukulnya dengan palu, dan jika begitu, palu boleh berada di dalam kelompok. Baiklah, barangkali memang begitu, tetapi bagaimana dengan burung/senapan/pisau belati/peluru? Kita tidak mungkin menyingkirkan salah satunya dan mempunyai kelompok, kata penduduk

desa terpencil bersiteguh. Peluru harus dimuat ke senapan untuk membunuh burung, "Lalu kita harus menyayat burung dengan pisau belati, karena tidak ada cara lain untuk melakukannya." Ini semua baru pengantar untuk menjelaskan tugas pengelompokan, bukan pertanyaan dari kajian itu sendiri. Bujukan, penjelasan, atau contoh tidak bisa membuat penduduk desa terpencil itu menggunakan akal berdasarkan konsep apa pun yang bukan bagian konkret dari kehidupan sehari-harinya.

Para petani dan siswa yang baru saja mulai bergabung dengan dunia modern telah mampu melakukan sejenis pemikiran yang disebut "eduksi" untuk mengetahui prinsip-prinsip penuntun ketika diberi fakta atau bahan, bahkan tanpa adanya petunjuk, dan bahkan ketika mereka belum pernah melihat bahan itu. Ternyata, inilah persisnya yang diuji oleh tes Raven's Progressive Matrices. Bayangkan jika Anda menghadirkan desain-desain abstrak dari tes Raven kepada penduduk desa yang tinggal di situasi pramodern.

Beberapa perubahan yang didatangkan oleh modernitas dan budaya kolektif sepertinya nyaris ajaib. Luria menemukan bahwa sebagian besar penduduk desa terpencil tidak terkena ilusi optik yang sama seperti warga dunia industri, misalnya ilusi Ebbinghaus berikut. Lingkaran tengah mana yang tampak lebih besar?

Jika Anda menjawab lingkaran tengah sebelah kanan, mungkin Anda adalah warga dunia industri. Penduduk desa terpencil, dengan benar, melihat bahwa kedua lingkaran tengah itu sama, sedangkan para petani dan para perempuan di sekolah guru menunjuk gambar yang kanan. Penemuan seperti ini telah berulang di masyarakat tradisional lainnya, dan para ilmuwan mengatakan mungkin itu mencerminkan fakta bahwa orang-orang pramodern tidak terlalu tertarik pada konteks holistik—relasi dari berbagai lingkaran dengan satu sama lain—jadi persepsi mereka tidak diubah oleh kehadiran lingkaran-lingkaran tambahan. Jika kita gunakan perlambang yang lebih umum: orang pramodern melalaikan hutan dan hanya melihat pohon; orang modern melalaikan pohon dan hanya melihat hutan.

Sejak perjalanan Luria ke pedalaman, para ilmuwan telah meniru kajiannya pada budaya yang lain. Orang Kpelle di Liberia adalah petani padi yang masih menyintas, tetapi pada 1970-an jalan-jalan mulai merambah, menghubungkan Kpelle dengan kota-kota. Ketika diberi tes yang sama, para remaja yang telah terlibat dengan lembaga modern mengelompokkan benda-benda menurut kategori abstrak ("Semua benda ini menjaga kehangatan kita"), sedangkan remaja tradisional membuat kelompok yang lebih acak dan sering berubah-ubah bahkan ketika mereka diminta untuk mengulang tugas yang sama. Karena remaja yang tersentuh modernitas telah membangun kelompok tematik yang bermakna, mereka juga memiliki ingatan yang jauh lebih unggul ketika kelak diminta untuk mengingat benda-benda itu. Semakin mereka bergerak ke arah modernitas, semakin kuat pemikiran abstrak mereka, dan semakin sedikit mereka mengandalkan pengalaman dunia nyatanya sebagai titik acuan.

Dalam istilah Flynn, sekarang kita melihat dunia melalui "kacamata ilmiah". Maksudnya, alih-alih mengandalkan pengalaman langsung, kita memaknai realitas melalui skema-skema klasifikasi, menggunakan lapisan-lapisan konsep abstrak untuk memahami bagaimana

kaitan antara potongan informasi. Kita telah dibesarkan di dunia skema klasifikasi yang sangat asing bagi penduduk desa terpencil; kita mengelompokkan beberapa hewan sebagai mamalia, dan di kelas mamalia itu kita membuat hubungan berdasarkan kesamaan fisiologi dan DNA mereka.

Setelah beberapa generasi, kata-kata yang sebelumnya mewakili konsep di ranah akademisi menjadi dipahami secara luas dan umum. Misalnya, kata "persen" nyaris tidak hadir di buku-buku terbitan 1900. Pada tahun 2000, kata ini muncul satu kali untuk setiap lima ribu kata. (Bab ini panjangnya 6.500 kata.) Para pemrogram komputer menumpuk berlapis-lapis abstraksi. (Mereka berkinerja sangat baik pada tes Raven.) Pada *progress bar* di layar komputer Anda ada begitu banyak abstraksi, mulai dari abstraksi yang mendasar—bahasa pemrograman yang menciptakannya adalah suatu perwakilan dari kode biner, nilai 1 dan 0 mentah yang digunakan oleh komputer—sampai abstraksi psikologis: *progress bar* itu adalah proyeksi visual dari waktu yang memberi kedamaian pikiran dengan memperkirakan kemajuan dari sejumlah besar kegiatan yang ada di latar belakang.

Para pengacara mungkin mempertimbangkan bagaimana hasil dari satu kasus pengadilan perorangan di Oklahoma bisa relevan untuk kasus lain yang melibatkan perusahaan di California. Untuk bersiap, mereka mungkin mencoba berbagai argumen hipotetis sambil menempatkan dirinya di posisi jaksa lawan untuk meramalkan bagaimana mereka akan membantah. Skema-skema konseptual bersifat fleksibel, mereka bisa mengatur informasi dan gagasan untuk berbagai jenis kegunaan dan memindahkan pengetahuan di antara berbagai bidang. Tugas-tugas modern memerlukan pemindahan pengetahuan: kemampuan untuk menerapkan pengetahuan ke situasi yang baru dan bidang yang lain. Proses pikir fundamental kita telah berubah untuk memungkinkan peningkatan kompleksitas dan kebutuhan untuk menimba pola-pola baru alih-alih hanya mengandalkan pola-pola yang sudah dikenal. Skema klasifikasi

konseptual kita menyediakan kerangka dasar untuk menghubungkan pengetahuan, menjadikan pengetahuan itu bisa diakses dan fleksibel.

Riset pada ribuan orang dewasa di enam negara industri menemukan bahwa paparan terhadap tugas modern dengan pemecahan masalah mandiri dan tantangan yang tidak berulang berkorelasi dengan "kelenturan kognitif". Seperti yang pasti ditunjukkan oleh Flynn, ini tidak berarti bahwa otak zaman sekarang memiliki lebih banyak potensi dibandingkan generasi yang lalu, tetapi kacamata utilitarian (kacamata manfaat nyata) telah diganti dengan kacamata melalui mana dunia diklasifikasikan oleh konsep-konsep.* Bahkan baru-baru ini, di beberapa komunitas yang sangat tradisional atau agama ortodoks yang telah dimodernisasi tetapi masih menghalangi keterlibatan perempuan dalam tugas-tugas modern, efek Flynn lebih lambat terjadi pada perempuan dibandingkan pria di komunitas yang sama. Paparan pada dunia modern telah membuat kita lebih pandai beradaptasi terhadap kompleksitas, dan itu telah tertampakkan sebagai fleksibilitas, dengan dampak yang bermakna pada lebarnya dunia intelektual kita.

Di setiap arah kognitif, benak manusia pramodern sangat dibatasi oleh dunia nyata yang ada di hadapannya. Dengan dibujuk, beberapa di antaranya mau menyelesaikan urutan logika berikut: "Kapas tumbuh dengan baik di tempat yang panas dan kering. Inggris memiliki wilayah yang dingin dan basah. Apakah kapas bisa tumbuh di Inggris?" Mereka memiliki pengalaman langsung dalam menanam kapas, jadi beberapa dari mereka bisa menjawab (dengan ragu dan ketika didesak) untuk sebuah negara yang belum pernah mereka kunjungi. Pertanyaan yang persis sama tetapi dengan

* Para psikolog masih memperdebatkan dukungan kepada dan dampak dari efek Flynn. Psikolog Harvard Steven Pinker menganggap peningkatan itu hanyalah suatu pergeseran pemikiran: "Tidak ada sejarawan yang membahas sejarah manusia dalam skala berabad-abad yang bisa melewatkan kenyataan bahwa kini kita hidup dalam suatu periode kekuatan otak yang luar biasa."

rincian yang berbeda ternyata membingungkan mereka: "Di Utara Jauh, di mana terdapat salju, semua beruang berwarna putih. Novaya Zemlya berada di Utara Jauh yang selalu terdapat salju. Apa warna beruang di sana?" Untuk pertanyaan itu, desakan sebesar apa pun tidak bisa membuat penduduk desa terpencil untuk menjawab. Mereka hanya menjawab dengan prinsip-prinsip. "Kata-kata Anda hanya bisa dijawab oleh orang yang ada di sana," kata salah seorang pria, walaupun belum pernah ke Inggris ia baru saja menjawab pertanyaan tentang kapas. Namun, sedikit saja pencicipan ke tugas modern akan bisa memulai perubahan itu. Ketika pertanyaan tentang beruang diberikan kepada Abdull—yang berumur empat puluh lima tahun dan nyaris buta huruf tetapi adalah ketua dari suatu pertanian kolektif—ia tidak mau menjawab dengan yakin, tetapi melakukan pemikiran logika resmi. "Sesuai dengan kata-kata Anda," katanya, "seharusnya mereka semua putih."

Masa peralihan itu telah mengubah total dunia internal penduduk desa. Ketika para ilmuwan dari Moskow itu bertanya kepada penduduk desa, apa yang penduduk desa ingin ketahui tentang mereka atau tempat asal mereka, pada umumnya petani dan penggembala yang terpencil tidak bisa memunculkan satu pertanyaan pun. "Saya belum pernah melihat apa yang orang lakukan di kota lain," kata salah seorang, "jadi bagaimana saya bisa bertanya?" Sedangkan mereka yang telah terlibat di dalam pertanian kolektif lebih siap untuk bertanya. "Anda baru saja bicara tentang beruang putih," kata Akhmetzhan, seorang petani kolektif berusia tiga puluh satu tahun. "Saya tidak mengerti dari mana mereka datang." Ia berhenti sejenak untuk merenung. "Lalu, Anda pernah menyebut Amerika. Apakah ia diperintah oleh kita atau oleh kekuasaan yang lain?" Siddakh, berumur sembilan belas tahun, yang bekerja di sebuah pertanian kolektif dan pernah belajar selama dua tahun di sekolah, dipenuhi pertanyaan imajinatif yang melacak kemungkinan pengembangan diri, mulai dari tingkat pribadi, lokal, dan global: "Apa yang bisa saya lakukan untuk menjadikan *kolkhozniks* [petani kolektif] kami orang yang lebih baik? Bagaimana kami bisa mendapatkan tanam-

an yang lebih besar atau menanam tanaman yang akan tumbuh menjadi pohon besar? Lalu, saya tertarik pada bagaimana dunia ini bisa ada, dari mana datangnya benda, seberapa kayanya kaya itu, dan mengapa orang miskin menjadi miskin."

Dibandingkan pemikiran penduduk desa pramodern yang dibatasi oleh pengalaman langsung, benak modern cukup bebas. Hal ini tidak berarti bahwa salah satu cara hidup itu lebih baik dari yang lain. Seperti yang berabad-abad lalu ditunjukkan oleh penulis sejarah Arab, Ibnu Khaldun, yang dianggap sebagai pendiri ilmu sosiologi, seorang penduduk kota yang bepergian ke gurun akan sepenuhnya bergantung pada seorang nomad atas hidupnya. Selama mereka berada di gurun, nomad itu genius.

Namun, memang benar bahwa kehidupan modern memerlukan keragaman, membuat koneksi antara bidang dan gagasan yang tampaknya sangat berjauhan. Luria membahas jenis pemikiran "kategorial" ini, yang kelak disebut oleh Flynn sebagai kacamata ilmiah. "[Jenis pemikiran] ini biasanya sangat fleksibel," tulis Luria. "Orang-orangnya siap bergeser dari satu ciri ke ciri yang lain dan membangun kategori yang sesuai. Mereka mengelompokkan benda-benda menurut substansinya (hewan, bunga, atau alat), bahannya (kayu, logam, atau kaca), ukurannya (besar atau kecil), warnanya (terang atau gelap), atau ciri lain. Kemampuan untuk bergerak dengan bebas, bergeser dari satu kategori ke kategori yang lain, adalah salah satu ciri utama dari 'pemikiran abstrak'."

Kekecewaan besar Flynn adalah tingkat respons masyarakat, terutama dengan pendidikan tingkat tinggi, terhadap perluasan benak dengan memaksakan pengkhususan bidang, alih-alih sejak dini berfokus pada pelatihan pengetahuan konseptual yang bisa dipindah-pindahkan antarbidang.

Flynn melakukan sebuah kajian di mana ia membandingkan nilai rata-rata peringkat (IPK) dari mahasiswa senior di salah satu

universitas negeri terkemuka di Amerika, dari fakultas ilmu persarafan sampai bahasa Inggris, terhadap kinerja mereka pada tes pemikiran kritikal. Tes ini mengukur kemampuan mahasiswa untuk menerapkan konsep-konsep abstrak fundamental dari ilmu ekonomi, sosial dan fisika, serta logika ke skenario dunia nyata. Flynn bingung menemukan bahwa tidak ada korelasi antara tes pemikiran konseptual yang luas dengan IPK. Flynn mengatakan, "Di antara ciri-ciri yang bisa menghasilkan nilai baik [di universitas] tidaklah termasuk kemampuan kritikal tentang makna yang luas."*

Setiap pertanyaan dari dua puluh pertanyaan tes itu mengukur sebentuk pemikiran konseptual yang bisa diterapkan untuk kegunaan yang luas di dunia modern. Untuk bagian-bagian tes yang memerlukan sejenis pemikiran konseptual yang bisa didapatkan tanpa pendidikan resmi—misalnya, mengenali logika sirkuler—para mahasiswa itu berkinerja dengan baik. Namun, dalam soal kerangka kerja yang perlu menggunakan keterampilan berpikir konseptual, kinerja mereka sangat buruk. Mahasiswa biologi dan bahasa Inggris berkinerja buruk pada segala sesuatu yang tidak berkaitan langsung dengan bidang studinya. Tidak satu pun bidang studi, termasuk psikologi, yang memahami metode ilmu sosial. Mahasiswa sains mempelajari fakta-fakta dari bidang spesifiknya tanpa memahami bagaimana sains harus bekerja secara tersusun untuk bisa menarik kesimpulan yang benar. Mahasiswa ilmu persarafan tidak berkinerja terlalu baik pada apa pun. Mahasiswa bisnis berkinerja sangat buruk di seluruh bidang, termasuk di bidang ekonomi. Secara keseluruhan, mahasiswa ekonomilah yang berkinerja paling baik di dalam tes. Ekonomi memang suatu bidang ilmu yang luas, dan para profesor ekonomi telah terbukti menerapkan prinsip-prinsip logika yang

* Flynn juga mengatakan kepada saya bahwa ia memberi tes kepada murid-murid di sebuah sekolah lanjutan Inggris yang mengirim banyak lulusannya ke London School of Economics, juga kepada mahasiswa junior dan senior di LSE. Kesimpulannya: "Ketika keluar dari universitas, pemikiran kritikal mereka tidaklah lebih bagus dibandingkan saat mereka masuk universitas."

mereka pelajari ke masalah-masalah di luar bidang mereka.* Di sisi lain, mahasiswa kimia luar biasa cerdas, tetapi pada beberapa kajian, mereka mengalami kesulitan untuk menerapkan pemikiran ilmiah ke masalah bukan kimia.

Mahasiswa yang diuji oleh Flynn sering kali mengelirukan penilaian yang samar sebagai kesimpulan ilmiah, dan di sebuah pertanyaan yang menghadirkan skenario yang rumit dan mewajibkan mahasiswa untuk *tidak* mengelirukan korelasi sebagai bukti sebab-akibat, mereka berkinerja lebih buruk daripada tebakan acak. Nyaris tidak ada mahasiswa dari bidang mana pun yang menunjukkan pemahaman konsisten tentang cara menerapkan metode penilaian kebenaran yang telah mereka pelajari di bidang studinya sendiri ke area yang lain. Dengan begitu, para mahasiswa ini memiliki suatu kesamaan dengan para penduduk desa terpencil Luria—bahkan mahasiswa sains tidak bisa menggeneralisasi metode riset dari bidang ilmunya ke bidang ilmu yang lain. Kesimpulan Flynn: "Tidak ada tanda bahwa fakultas berusaha mengembangkan [apa pun] selain kompetensi pengkhususan bidangnya yang terbatas."

Kini Flynn berusia delapan puluhan tahun. Ia memiliki janggut yang sudah memutih, pipi yang telah terterpa angin karena ia adalah seorang pelari sepanjang usianya, dan rambut ikal putih yang berombak seperti awan kumulus di sekeliling kepalanya. Rumahnya di sebuah bukit di Dunedin menghadap ke ladang pertanian hijau yang berombak lembut.

Ketika ia menceritakan pendidikannya di University of Chicago, di mana ia adalah kapten dari regu lintas alam, suaranya meninggi. "Universitas-universitas terbaik sekali pun tidak mengembangkan kecerdasan kritikal," katanya kepada saya. "Mereka tidak memberi

---

* Seperti yang diperhatikan oleh psikolog Robin Hogarth tentang para ekonom, "Yang membuat saya terkesan dari perbincangan mereka ... adalah bagaimana terminologi dan proses pikir ekonomi masuk ke hampir semua topik. Apakah topiknya olahraga, fenomena ekonomi, politik, atau bahkan kurikulum akademik."

mahasiswanya bekal untuk menganalisis dunia modern, kecuali di area pengkhususan bidang mereka. Pendidikan mereka terlalu terbatas." Ia tidak memaksudkannya dalam artian yang sederhana, misalnya bahwa fakultas ilmu komputer membutuhkan kelas sejarah seni, tetapi bahwa *setiap orang* membutuhkan kebiasaan berpikir yang memungkinkan mereka untuk "menari" di berbagai bidang ilmu.

University of Chicago telah lama membanggakan dirinya untuk kurikulum inti yang didedikasikan untuk pemikiran kritikal antardisipliner. Menurut universitas, kurikulum inti selama dua tahun itu "diniatkan sebagai pengantar perangkat riset yang digunakan di setiap bidang ilmu—sains, matematika, humaniora, dan ilmu sosial. Tujuannya bukan saja untuk transfer pengetahuan, tetapi juga untuk memunculkan pertanyaan mendasar dan untuk menjadi terbiasa dengan gagasan yang berdaya guna membentuk peradaban kita." Namun, bahkan di University of Chicago, kata Flynn, pendidikannya tidak memaksimalkan potensi modern untuk menerapkan pemikiran konseptual di antara berbagai bidang ilmu.

Menurutnya, para profesor terlalu bersemangat membagikan fakta-fakta favoritnya sendiri yang didapatkan dari bertahun-tahun mempelajari bidang yang terbatas. Ia telah mengajar selama lima puluh tahun, dari Cornell University sampai University of Canterbury, dan dengan jujur memasukkan dirinya sendiri ke kritik itu. Ketika mengajar pengantar falsafah moral dan politik, ia tidak bisa menahan dorongan untuk membagikan kutipan favoritnya dari Plato, Aristoteles, Hobbes, Marx, dan Nietzsche.

Flynn memperkenalkan konsep yang luas di kelasnya, tetapi ia yakin bahwa ia sering mengubur konsep itu di bawah gunung informasi lain yang spesifik untuk kelas itu saja—sebuah kebiasaan buruk yang ingin ia atasi. Kajian yang ia lakukan di universitas negeri meyakinkannya bahwa fakultas-fakultas bergegas mengembangkan mahasiswanya di area pengkhususan bidang yang sempit, dan gagal

mengasah alat-alat pikir yang bisa menolong mereka di setiap area. Ini harus berubah, katanya, jika mahasiswa ingin memanfaatkan kapasitas luar biasanya dalam pemikiran abstrak. Mereka harus diajar untuk berpikir sebelum diajari hal-hal yang perlu dipikir. Mahasiswa datang dengan membawa kacamata ilmiah, tetapi tidak meninggalkan universitas dengan membawa pisau Swiss Army yang serbaguna dari pemikiran ilmiah.

Di sana-sini, para profesor telah mulai menerima tantangan ini. Sebuah kelas di University of Washington bernama "Calling Bullshit" (dalam bahasa kuliah yang serius: INFO 198/BIOL 106B), yang berfokus pada prinsip dasar yang luas untuk memahami dunia antardisipliner dan secara kritis mengevaluasi semburan informasi harian. Ketika kelas itu pertama kali diumumkan pada 2017, pendaftaran langsung penuh di menit pertama.

Jeannette Wing, profesor ilmu komputer di Columbia University dan mantan wakil presiden perusahaan Microsoft Research, telah menekankan "pemikiran komputasional" yang luas sebagai pisau mental. Ia mengatakan bahwa pemikiran ini telah menjadi sama mendasarnya dengan membaca, bahkan bagi orang-orang yang tidak ada hubungannya dengan ilmu atau pemrograman komputer. "Pemikiran komputasional adalah menggunakan abstraksi dan dekomposisi ketika menangani tugas yang sangat kompleks," tulisnya. "Ini adalah soal memilih representasi yang sesuai untuk suatu masalah."

Namun, sebagian besar mahasiswa mendapatkan apa yang ekonom Bryan Caplan sebut sebagai pelatihan kerja yang terbatas untuk pekerjaan yang hanya akan pernah dimiliki oleh segelintir orang. Tiga perempat lulusan perguruan tinggi Amerika melanjutkan karier yang tidak berkaitan dengan bidang studinya—termasuk bidang studi matematika dan sains—setelah mereka menjadi kompeten dengan bekal dari satu bidang ilmu saja.

Satu perangkat yang baik jarang memadai di dunia yang kompleks, saling terkait, dan berubah dengan cepat. Seperti yang dikata-

kan oleh sejarawan dan filsuf Arnold Toynbee ketika ia menjelaskan analisis dunia di zaman perubahan teknologi dan sosial, "Tidak ada perangkat yang serbakompeten."

Renjana Flynn sangat menggema bagi saya. Sebelum beralih ke jurnalisme, saya adalah mahasiswa pascasarjana, tinggal di sebuah tenda di Arktika, mempelajari bagaimana perubahan pada kehidupan tanaman bisa berdampak pada *permafrost* (tanah yang membeku) di bawah permukaan tanah. Kuliah-kuliahnya menjejali otak saya dengan rincian fisiologi dari tanaman Arktika. Baru sepuluh tahun kemudian—sebagai jurnalis investigasi yang menulis tentang riset ilmiah yang buruk—saya menyadari telah melakukan malpraktik statistik di salah satu bagian dari tesis yang memberi saya gelar master dari Columbia University. Seperti banyak mahasiswa pascasarjana, saya mempunyai pangkalan data yang besar dan menggunakan komputer untuk menjalankan program analisis statistik umum, tanpa pernah memikirkan lebih dalam tentang bagaimana cara kerja analisis statistik. Program statistik itu memuntahkan angka yang secara ringkas dinyatakan "bermakna secara statistik". Malangnya, hampir bisa dipastikan bahwa itu adalah hasil positif palsu, karena saya tidak memahami keterbatasan tes statistik dalam konteks ilmu di mana saya menerapkan tes itu. Begitu pula para ilmuwan yang mengulas karya penelitian saya. Seperti yang dikatakan oleh ahli statistik Doug Altman, "Setiap orang begitu sibuk melakukan riset sehingga mereka tidak punya waktu untuk berhenti dan memikirkan *cara* mereka melakukannya." Saya bergegas memasuki riset ilmiah yang sangat spesifik tanpa mempelajari cara pikir ilmiah. (Lalu, untuk itu saya diberi gelar master, yang sebenarnya adalah lingkungan pembelajaran yang sangat culas.) Mungkin terdengar sebagai kemunduran, tetapi saya baru mulai berpikir secara luas tentang bagaimana seharusnya sains bekerja bertahun-tahun setelah saya meninggalkannya.

Untungnya, sebagai mahasiswa S-1, saya berkenalan dengan seorang profesor kimia yang seperti wujud ragawi dari gagasan Flynn. Di setiap ujian, di tengah pertanyaan khas kimia, muncul pertanyaan seperti: "Ada berapa banyak penala piano di New York?" Mahasiswa harus memperkirakan, hanya dengan menggunakan akal, dan berusaha mendapatkan tebakan yang tepat. Profesor kemudian menjelaskan bahwa ini adalah "masalah Fermi", karena Enrico Fermi—yang menciptakan reaktor nuklir pertama di bawah lapangan bola University of Chicago—selalu menjadikan perkiraan cepat untuk membantunya menyelesaikan masalah.* Pelajaran utama dari pertanyaan itu adalah bahwa pengetahuan terdahulu yang rinci akan kurang penting dibandingkan cara pikir.

Pada ujian pertama, saya menjawab dengan mengikuti naluri ("Saya tidak tahu, mungkin sepuluh ribu?")—*terlalu tinggi*. Di akhir semester, saya mempunyai satu bekal baru di pisau konseptual saya, cara untuk menggunakan apa yang sedikit saya ketahui untuk menebak apa yang tidak saya ketahui. Saya tahu jumlah penduduk New York; sebagian besar lajang yang tinggal di apartemen satu kamar mungkin tidak mempunyai piano yang perlu ditala, dan sebagian besar orangtua teman saya mempunyai satu sampai tiga anak, jadi berapa banyak rumah tangga di New York? Berapa bagian dari mereka yang mempunyai piano? Seberapa sering piano ditala? Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menala sebuah piano? Berapa banyak rumah yang bisa dicapai oleh seorang penala dalam sehari? Berapa banyak hari dalam setahun seorang penala bekerja? Tidak satu pun dari perkiraan individual ini harus sangat akurat untuk mendapatkan jawaban keseluruhan yang cukup masuk akal. Para penduduk desa terpencil Uzbekistan tidak akan berkinerja dengan baik pada masalah Fermi, tetapi begitu pun saya sebelum

* Fermi hadir di uji bom atom yang pertama dan menjatuhkan serpihan kertas "sebelum, selama, dan setelah lewatnya gelombang ledakan," ia menulis di dokumen-dokumen yang dirahasiakan saat itu. Ia menggunakan jarak yang ditempuh oleh kertas untuk memperkirakan kekuatan ledakan.

mengikuti kuliah itu. Namun, sebenarnya itu mudah untuk dipelajari. Karena telah dibesarkan di abad kedua puluh—saya sudah mengenakan kacamata ilmiah—saya hanya perlu pertolongan untuk menggunakannya dengan sebaik mungkin. Saya tidak ingat apa pun tentang stoikiometri, tetapi saya sering menggunakan pemikiran Fermi, memecah suatu masalah agar saya bisa menggunakan apa yang sedikit saya ketahui untuk memulai memeriksa apa yang tidak saya ketahui, semacam masalah "mencari kesamaan".

Untungnya, beberapa kajian telah menemukan bahwa sedikit saja pelatihan dalam strategi pemikiran yang luas, misalnya Fermi-nisasi, akan sangat bermanfaat, dan dapat diterapkan ke berbagai bidang. Tidak mengejutkan bahwa masalah-masalah Fermi menjadi topik di dalam kelas "Calling Bullshit". Kelas itu menggunakan laporan berita yang tidak benar di televisi kabel sebagai studi kasus untuk menunjukkan "bagaimana perkiraan Fermi bisa mengiris omong kosong seperti pisau panas mengiris mentega." Kelas perkiraan Fermi itu memberi sejumlah besar informasi—mulai dari artikel berita sampai iklan—kemampuan untuk dengan cepat mengendus statistik yang keliru. Itu adalah pisau mentega yang panas dan sangat praktis. Saya akan menjadi periset yang jauh lebih baik di bidang apa pun, termasuk ilmu fisiologi tanaman Arktika, kalau saja saya telah mempelajari alat-alat pemikiran luas yang bisa diterapkan alih-alih mempelajari rincian halus dari fisiologi tanaman Arktika. Seperti master catur dan pemadam kebakaran, para penduduk desa pramodern mengandalkan bahwa di hari esok segalanya akan tetap sama seperti kemarin. Mereka sangat siap untuk apa yang pernah mereka alami sebelumnya, dan sangat tidak siap untuk segala sesuatu yang lain. Pemikiran mereka sangat terkhususkan, dan dunia modern telah memberitahu kita bahwa pemikiran seperti itu akan semakin sia-sia. Mereka sangat mampu belajar dari pengalaman, tetapi gagal pada pembelajaran *tanpa* pengalaman. Dan itulah yang dituntut oleh dunia culas yang sedang berkembang dengan cepat—keterampilan pemikiran konseptual yang bisa menghubungkan gagasan-gagasan

baru dan berhasil di berbagai konteks. Dihadapkan dengan masalah yang belum pernah mereka alami secara langsung, penduduk desa terpencil benar-benar bingung. Itu bukan pilihan bagi kita. Semakin terbatas dan berulangnya suatu tantangan, semakin ia mungkin untuk diotomatisasi, sedangkan imbalan-imbalan besar akan didapatkan oleh mereka yang bisa mengambil pengetahuan konseptual dari satu masalah atau bidang dan menerapkannya ke masalah atau bidang yang baru.

Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan secara luas datang dari pelatihan yang luas. Suatu kelompok pemain teater yang terampil di suatu tempat dan waktu telah mengubah pelatihan yang luas menjadi suatu bentuk seni. Kisah mereka sudah tua, tetapi merupakan perumpamaan yang lebih baik untuk zaman modern dibandingkan para genius catur.

BAB 3

Ketika Lebih Sedikit Hal-Hal yang Sama Sebenarnya Lebih Baik

KE MANA PUN PENGUNJUNG Venesia pada abad ketujuh belas mencondongkan telinganya, mereka bisa mendengar musik terdengar lantang keluar dari batas-batas tradisionalnya. Bahkan nama dari era musik itu, "Baroque", diambil dari istilah pembuat perhiasan untuk menjelaskan mutiara yang sangat besar dan berbentuk ganjil.

Saat itu musik instrumental—musik yang tidak mengandalkan kata-kata—sedang mengalami revolusi besar. Beberapa instrumennya masih sangat baru, misalnya piano; beberapa lainnya adalah instrumen lama yang telah ditingkatkan—berabad-abad kemudian biola yang dibuat oleh Antonio Stradivari dijual dengan harga jutaan dolar. Sistem nada mayor dan minor diciptakan. Para virtuoso, selebritas musikal orisinal, dinobatkan. Para penggubah menggunakan keterampilannya sebaik mungkin dan menulis bagian-bagian musik solo untuk mendorong batas kemampuan dari para pemain musik terbaik. Konserto dilahirkan—di mana seorang solois virtuoso bergantian bermain dengan orkestra—dan penggubah Venesia, Antonio Vivaldi (dikenal sebagai *il Prete Rosso,* Sang Pendeta Merah, untuk rambutnya yang merah menyala) menjadi juara terulung dalam genre ini. *The Four Seasons* adalah gubahan musik berusia tiga ratus tahun yang kepopulerannya mirip dengan kepopuleran

lagu terpopuler masa kini. (Sebanding dengan satu lagu dari film *Frozen* dari Disney yang telah diputar sembilan puluh juta kali di YouTube.)

Kreativitas Vivaldi didukung oleh sekelompok musisi yang mampu mempelajari musik baru dengan cepat pada berbagai jenis alat musik. Kelompok pemusik ini menarik minat para kaisar, raja, pangeran, kardinal, dan ratu dari seluruh Eropa serta dianggap sebagai musik yang paling inovatif di masa itu. Semua pemainnya perempuan dan dikenal sebagai *figlie del coro,* yang berarti "para putri paduan suara". Kegiatan santai seperti menunggang kuda dan olahraga lapangan memang langka di kota apung itu, jadi musik sangat diandalkan sebagai hiburan warga kota. Suara biola, suling, terompet, dan nyanyian memenuhi udara malam dari setiap sampan dan gondola yang terapung-apung. Di masa dan tempat yang dipenuhi oleh musik, kelompok *figlie* mendominasi selama satu abad.

"Hanya di Venesia," tulis seorang pengunjung penting, "orang bisa melihat para genius musik ini." Mereka adalah titik dasar dari revolusi musik sekaligus suatu keganjilan. Di tempat lain, alat-alat musik mereka hanya dimainkan oleh pria. "Mereka menyanyi seperti malaikat, bermain biola, suling, organ, obo, selo, dan fagot," komentar seorang politisi Prancis yang takjub. "Singkatnya, tidak ada alat musik yang cukup besar untuk menakutkan mereka." Pengunjung lainnya tidak terlalu diplomatis. Seorang penulis bangsawan Inggris, Hester Thrale, mengeluh, "Pemandangan gadis-gadis memainkan *double bass* dan meniup fagot tidak terlalu menyenangkan bagi saya." Bagaimanapun, "alat musik yang cocok untuk perempuan" adalah sejenis harpa atau gelas musikal.

Para *figlie* itu membuat raja Swedia takjub. Casanova yang berandalan itu mengagumi mereka di tengah kerumunan penonton yang berdiri. Seorang pengulas konser Prancis yang galak mencermati seorang pemain biola: "Ia adalah perempuan pertama yang menantang keberhasilan para seniman besar kita." Bahkan para pendengar yang tidak terang-terangan mendukung seni pun ikut

tergugah. Francesco Coli menyebutnya sebagai "*Siren* malaikat" yang "bahkan melebihi burung-burung berkicau yang paling lembut" dan "membuka pintu Surga bagi pendengarnya." Ini adalah pujian yang sangat mengejutkan mengingat Coli adalah penyensor buku resmi untuk Venetian Inquisition.

Figlie yang terbaik kemudian menjadi selebritas Eropa, misalnya Anna Maria della Pietà. Seorang baron Jerman dengan polos menyebutnya sebagai "pemain biola utama di Eropa". Ketua parlemen Burgundia mengatakan ia bahkan "tak tertandingi" di Paris. Suatu laporan pengeluaran yang dicatat oleh Vivaldi pada 1712 menunjukkan bahwa ia membeli biola seharga dua puluh dukat untuk Anna Maria yang berusia enam belas tahun, jumlah yang senilai dengan cicin tunangan bagi Vivaldi, yang harus bekerja empat bulan untuk mendapatkan uang sebanyak itu. Di antara ratusan konserto yang Vivaldi tulis untuk *figlie del coro,* dua puluh delapan di antaranya ada di "buku catatan Anna Maria". Disampul dengan kulit dan dicelup dengan warna merah Venesia, buku itu bertuliskan nama Anna Maria yang ditulis dengan kaligrafi emas. Konserto itu, yang khusus digubah untuk menunjukkan kekuatan Anna Maria, dipenuhi dengan bagian-bagian yang berkecepatan tinggi di mana beberapa nada harus dimainkan di bebeberapa dawai sekaligus. Pada 1716, Anna Maria dan *figlie* diperintahkan oleh Senat untuk meningkatkan karya musik mereka agar Tuhan berpihak kepada pasukan Venesia saat mereka berperang dengan Kekaisaran Ottoman di Pulau Corfu. (Dalam serangan itu, biola Venesia dan badai yang tepat waktu terbukti lebih berkuasa daripada meriam Turki.)

Anna Maria berusia paruh baya pada 1740-an, ketika Jean-Jacques Rousseau berkunjung. Filsuf pemberontak yang kelak menggerakkan Revolusi Prancis itu juga adalah seorang penggubah musik. Rousseau menulis, "Dari Paris, saya datang membawa prasangka nasional terhadap musik Italia." Namun, ia menyatakan bahwa musik yang dimainkan oleh *figlie del coro* "tidak ada duanya, baik di Italia, maupun di seluruh dunia." Rousseau punya satu masa-

lah, yang "membuat saya putus asa." Ia tidak bisa *melihat* para perempuan itu. Musik itu dimainkan di belakang kertas krep tipis yang digantung di depan jeruji besi tempa di balkon-balkon tinggi gereja. Mereka bisa didengar, tetapi hanya siluet mereka yang bisa terlihat, memiringkan dan mengayunkan tubuh bersama nada musik, seperti bayangan di panggung *vaudeville*. Jeruji itu "menghalangi saya dari malaikat-malaikat keindahan," tulis Rousseau. "Tidak ada lagi yang bisa saya bicarakan."

Ia terus membicarakannya sampai kebetulan ia membicarakannya dengan salah satu pelindung penting para *figlie*. "Jika Anda begitu ingin melihat gadis-gadis kecil itu," kata pria itu kepada Rousseau, "keinginan Anda akan mudah untuk dipenuhi."

Rousseau sangat ingin. Ia terus mendesak pria itu sampai pria itu membawanya untuk bertemu dengan para musisi. Dan di sana, Rousseau, yang tulisan beraninya kelak dilarang dan dibakar sebelum menyuburkan tanah demokrasi, semakin gelisah. "Ketika kami memasuki ruang tamu yang mengurung para keindahan yang saya dambakan," tulisnya, "saya gemetar penuh cinta, yang belum pernah saya alami sebelumnya."

Pelindung itu memperkenalkan para gadis, para *siren* genius yang ketenarannya telah menyebar seperti kebakaran hutan ke seluruh Eropa—dan Rousseau terkesima.

Ada Sophia—"mengerikan," tulis Rousseau. Cattina—"ia hanya mempunyai satu mata." Bettina—"cacar air telah merusak wajahnya." Menurut Rousseau, "Nyaris tidak satu pun dari mereka yang tidak memiliki cacat yang mencolok."

Sebuah puisi ditulis tentang salah satu penyanyi terbaik mereka: "Jari-jari tangan kanannya hilang / Begitu pula kaki kirinya." Pemain musik yang sukses itu adalah "perempuan pincang yang malang." Tamu-tamu lain meninggalkan catatan yang bahkan lebih kejam lagi.

Seperti Rousseau, seorang pengunjung Inggris, Lady Anna Miller,

begitu ditakjubkan oleh musik mereka dan memohon untuk melihat para perempuan itu bermain tanpa penghalang yang menyembunyikan mereka. "Permintaan saya dikabulkan," tulis Miller, "tetapi ketika masuk, saya tidak kuat menahan tawa, untung mereka tidak mengusir saya .... Mata saya dikejutkan oleh pemandangan dua belas atau empat belas perempuan buruk rupa dan tua ... serta beberapa gadis muda." Miller mengubah pikirannya untuk menonton mereka bermain, "tampilan mereka membuat saya jijik."

Para gadis dan perempuan yang telah menyenangkan telinga banyak orang itu tidak memiliki kehidupan yang menyenangkan. Banyak dari ibu mereka yang bekerja di industri seks di Venesia dan tertular sifilis sebelum mereka melahirkan kemudian meninggalkan anak-anak mereka di Ospedale della Pietà. Nama itu secara harfiah berarti "Rumah Sakit Kasihan", tetapi sebenarnya adalah Rumah Belas Kasih, di mana gadis-gadis itu dibesarkan dan belajar musik. Ospedale della Pietà adalah yang terbesar dari empat *ospedali*—lembaga belas kasih di Venesia yang didirikan untuk memperbaiki penyakit sosial. Pada kasus Pietà, banyak bayi-bayi yang tidak punya ayah (sebagian besar bayi perempuan) yang sering kali berakhir di kanal-kanal Venesia.

Sebagian besar dari mereka tidak pernah mengenal ibunya. Mereka ditinggalkan di s*caffetta,* sebuah laci yang dibangun di dinding luar Pietà. Seperti penguji ukuran koper kabin di bandar udara, jika seorang bayi muat di laci itu, Pietà akan mengasuhnya.

Anna Maria yang hebat itu adalah contoh yang mewakili mereka. Seseorang—mungkin ibunya, yang mungkin adalah pelacur—membawa bayi Anna Maria ke pintu depan Pietà di tepi pantai St. Mark's Basin Venesia, di sepanjang jalan pantai yang sibuk. Sebuah lonceng yang dipasang di *scaffetta* akan memberitahu kedatangan bayi baru kepada staf. Bayi-bayi itu sering kali ditinggalkan bersama secarik kain, koin, cincin, atau beberapa hiasan sebagai tanda pengenal jika seseorang kelak akan kembali untuk mengambilnya. Seorang ibu meninggalkan separuh dari peta

cuaca yang digambar dengan sangat bagus, berharap suatu hari kelak akan kembali bersama separuh peta lainnya. Seperti banyak dari benda itu, banyak gadis yang ternyata tinggal selamanya di Pietà. Seperti Anna Maria, sebagian besar dari mereka tidak pernah mengenal saudara sekandung, jadi mereka dinamai dengan nama rumah mereka: Anna Maria della Pietà—Anna Maria dari Pieta. Sebuah daftar dari abad kedelapan belas membuat kita mengenal saudari-saudari *de facto* Anna Maria: Adelaide della Pietà, Agata della Pietà, Ambrosina della Pietà, dan seterusnya, sampai Violeta, Virginia, dan Vittoria della Pietà.

Ospedali adalah suatu kemitraan negeri dan swasta, masing-masing dikelola oleh suatu dewan relawan orang-orang kelas atas Venesia. Resminya lembaga-lembaga ini sekuler, tetapi mereka terhubung dengan gereja, dan kehidupan di dalamnya diatur oleh aturan kuasi-monastik. Penghuninya dipisahkan menurut usia dan gender. Misa Harian diwajibkan sebelum sarapan, dan diharapkan setiap orang menerima Sakramen Pengakuan Dosa secara teratur. Setiap orang, bahkan anak-anak, terus bekerja agar lembaga tetap bisa beroperasi. Satu hari dalam setahun, gadis-gadis diperbolehkan pergi ke desa, tentu saja ditemani oleh pendamping. Itu kehidupan yang ketat, tetapi ada manfaatnya.

Anak-anak diajari membaca, menulis, dan aritmatika, juga keterampilan khusus. Beberapa orang menjadi apoteker untuk sesama penghuni, yang lain mencuci sutra atau menjahit layar kapal yang bisa dijual. *Ospedali* adalah komunitas yang berfungsi dengan penuh dan swasembada. Setiap orang diberi kompensasi untuk pekerjaannya, dan Pietà punya bank sendiri yang membayar bunga untuk membantu penghuninya belajar mengelola uang mereka sendiri. Anak laki-laki mempelajari keterampilan tertentu atau bergabung dengan angkatan laut dan meninggalkan lembaga saat remaja. Bagi gadis-gadis, pernikahan adalah rute utama menuju emansipasi. Mahar disiapkan, tetapi banyak penghuni yang tinggal selamanya di sana.

Ketika *ospedali* mendapat peralatan musik, musik ditambahkan ke pendidikan dari belasan gadis agar mereka bisa bermain dalam upacara keagamaan di gereja sebelahnya. Setelah wabah penyakit pada 1630 memusnahkan sepertiga populasi, Venesia menemukan dirinya dalam "suasana penebusan", seperti yang dikatakan oleh seorang sejarawan. Tiba-tiba musisi menjadi semakin penting.

Para pemimpin *ospedali* melihat bahwa lebih banyak orang yang datang ke gereja, dan sumbangan untuk lembaga sosial membengkak setara dengan kualitas dari musik para gadis itu. Di abad kedelapan belas, para pemimpin secara terbuka mempromosikan musisinya untuk menggalang dana. Setiap Sabtu dan Minggu, konser dimulai sebelum matahari terbenam. Gereja begitu penuh sehingga perayaan Ekaristi harus dipindah. Tentu saja para pengunjung masih diterima dengan gratis, tetapi jika seorang tamu ingin duduk, staf *ospedali* bersedia menyewakan kursi. Jika ruangan penuh, pendengar berjejal di luar jendela atau menghentikan gondolanya di kanal di luar. Gadis-gadis yatim piatu itu menjadi mesin ekonomi yang bukan saja memelihara kelangsungan sistem kesejahteraan sosial di Venesia, tetapi juga menarik wisatawan dari luar negeri. Hiburan dan penebusan menggabung dengan cara yang jenaka. Penonton tidak diperbolehkan bertepuk tangan di dalam gereja, jadi setelah nada terakhir, mereka batuk, mendehem, menggesekkan kaki ke lantai dan mengembuskan hidung sebagai tanda kekaguman.

Ospedali menugaskan para penggubah musik untuk menciptakan karya orisinal. Dalam satu periode enam tahun, Vivaldi menulis 140 konserto khusus untuk musisi Pietà. Lalu muncul sebuah sistem pengajaran, di mana *figlie* yang lebih tua mengajar yang lebih muda, dan yang lebih muda mengajar pemula. Mereka memiliki berbagai pekerjaan—Anna Maria adalah seorang guru dan penyalin musik—tetapi mereka terus menghasilkan bintang-bintang virtuoso. Setelah Anna Maria, penerus solois-nya, Chiara della Pietà, dipuji sebagai pemain biola yang terhebat di seluruh Eropa.

Semua ini memunculkan pertanyaan: Mekanisme pelatihan ajaib apa yang telah diberlakukan untuk mengubah anak-anak yatim piatu dari industri seks Venesia, yang jika tanpa pertolongan sosial sudah akan mati di kanal-kanal kota, menjadi bintang *rock* internasional yang orisinal?

Keunikan dari program musik Pietà bukanlah keketatannya. Menurut daftar pengarahan Pietà, pelajaran resmi dilakukan pada Selasa, Kamis, dan Sabtu, dan para *figlie* bebas untuk berlatih sendiri. Di awal kebangkitan *figlie del coro,* pekerjaan dan tugas rumah tangga menghabiskan sebagian besar waktu, jadi mereka hanya diperbolehkan belajar musik selama satu jam sehari.

Ciri yang paling mengejutkan adalah berapa banyak alat musik yang mereka pelajari. Tidak lama setelah menerima gelar doktor musiknya dari Oxford, penggubah dan sejarawan Inggris, Charles Burney, mulai menulis sejarah definitif tentang musik modern, yang melibatkan beberapa kunjungan ke *ospedali.* Burney, yang menjadi tersohor sebagai penulis perjalanan dan akademisi musik terkemuka di zamannya, takjub dengan apa yang ia lihat di Venesia. Pada salah satu kunjungan ke *ospedali,* ia diberi pertunjukan privat selama dua jam, tanpa tirai di antara dia dan para pemain. "Sungguh menarik untuk *melihat*, serta *mendengar*, setiap bagian dari konser yang luar biasa ini, yang dilakukan oleh pemain biola, *hautbois* [obo], tenor, bas, *harpsichord*, terompet prancis, dan bahkan bas ganda perempuan," tulis Burney. Yang lebih menarik lagi, "orang-orang muda ini sering berganti alat musik."

Para *figlie* mengikuti pelajaran menyanyi dan belajar memainkan setiap alat musik yang dimiliki oleh lembaga mereka. Mereka dibayar untuk mempelajari keterampilan baru, dan ini membantu mereka. Seorang musisi bernama Maddalena menikah dan meninggalkan kehidupan di lembaga. Ia melakukan tur dari London ke St. Petersburg, memanggung sebagai pemain biola, *harpsichord*,

selo, dan penyanyi sopran. Ia menulis tentang "mendapatkan keterampilan yang tidak diharapkan dari gender saya," dan menjadi begitu terkenal sehingga kehidupan pribadinya diliput oleh salah satu penulis gosip di masa itu.

Bagi mereka yang tinggal seumur hidup di lembaga itu, latar belakang mereka sebagai pemain alat musik majemuk memiliki manfaat praktis. Pelegrina della Pietà, yang tiba di *scaffetta* dengan dibungkus kain usang, memulai dengan bas, beralih ke biola, lalu obo, sambil bekerja sebagai perawat. Vivaldi menulis bagian-bagian obo khusus untuk Pelegrina, tetapi di usia enam puluhan tahun, giginya lepas, yang mengakhiri karier obonya secara mendadak. Jadi, ia kembali ke biola, dan terus melakukan pertunjukan sampai usia tujuh puluhan tahun.

Para musisi Pieta senang memamerkan kelenturannya. Menurut seorang penulis Prancis, mereka dilatih "di semua gaya musik, kudus atau duniawi," dan memberi konser yang merupakan "kombinasi vokal dan instrumental yang paling beragam." Penonton pada umumnya mengomentari keragaman yang luas dari alat-alat musik yang bisa dimainkan oleh *figlie*, atau keterkejutan mereka melihat seorang penyanyi virtuoso muncul selama jam rehat untuk berimprovisasi sebagai pemain instrumen tunggal.

Selain alat-alat yang *figlie* mainkan di konser, mereka juga mempelajari alat-alat yang terutama digunakan untuk pengajaran atau eksperimen: *spinet* yang mirip *harpsichord*; organ pipa; sebuah instrumen dawai raksasa yang dikenal sebagai *tromba marina*; sebuah instrumen kayu mirip suling yang dibungkus dengan kulit dan disebut *zink*; dan *viola da gamba*, suatu instrumen dawai yang dimainkan dalam posisi tegak bersama sebuah busur seperti selo, tetapi memiliki lebih banyak dawai, bentuknya agak berbeda, dan mirip gitar. Para *figlie* bukan sekadar bermain dengan baik, mereka adalah partisipan di suatu periode luar biasa bagi penemuan dan penemuan ulang instrumen musik. Menurut ilmuwan musik, Marc Pincherle, pada *figlie* yang memiliki keterampilan dan koleksi

alat musik beragam, "Vivaldi memiliki sebuah laboratorium musik dengan sumber daya yang tak terbatas."

Beberapa dari instrumen yang dipelajari oleh *figlie* begitu ganjil sehingga tidak ada orang yang mengenalinya. Seorang musisi muda Pietà bernama Prudenza bisa menyanyi dengan indah serta mahir memainkan biola dan "*violoncello all'inglese*". Para akademisi berdebat tentang alat musik itu, tetapi sebagaimana segala alat musik yang bisa dimainkan oleh Pietà—seperti *chalumeau* (angin) dan *psaltery* (dawai)—para *figlie* akan belajar memainkannya.

Mereka mengangkat para penggubah musik ke tingkat yang belum pernah terjelajahi. Mereka adalah bagian dari jembatan yang membawa musik dari para penggubah Baroque ke master-master musik klasik: Bach (yang menorehkan konserto Vivaldi ke atas kertas); Haydn (yang menggubah musik khusus untuk salah satu *figlie*, Bianchetta, seorang penyanyi serta pemain harpa dan organ); dan mungkin Mozart, yang mengunjungi *ospedale* bersama ayahnya ketika ia masih kecil, lalu kembali berkunjung saat remaja. Keterampilan para *figlie* pada berbagai jenis alat musik memungkinkan eksperimentasi musik yang sedemikian rupa sehingga membangun landasan bagi orkestra modern. Menurut ilmuwan musik Denis Arnold, modernisasi musik gereja yang terjadi melalui *figlie* begitu berpengaruh sehingga salah satu karya kudus ikonik Mozart "mungkin tidak akan pernah digubah" tanpa gadis-gadis dari rumah yatim Venesia.

Namun, kisah-kisah mereka banyak dilupakan atau dibuang. Ketika pasukan Napoleon tiba pada 1797, mereka membuang naskah dan catatan keluar jendela *ospedali*. Ketika dua ratus tahun kemudian sebuah lukisan abad kedelapan belas yang tersohor dari para perempuan yang sedang berkonser dipamerkan di National Gallery of Art di Washington, D.C., tokoh-tokoh misterius berpakaian hitam di balkon di atas para penonton itu sama sekali tidak disebut.

Mungkin kenangan tentang *figlie* memudar karena mereka adalah perempuan—bermain musik di upacara agamis di depan umum

dianggap menentang wibawa kepausan. Atau karena banyak dari mereka yang memiliki atau meninggalkan keluarga. Mereka tidak punya nama keluarga, tetapi gadis-gadis yang ditinggalkan itu begitu sinonim dengan alat musik mereka sehingga nama alat musik itu menjadi nama mereka. Bayi yang datang dari ceruk di dinding dan memulai jalannya di dunia sebagai Anna Maria della Pietà meninggalkan dunia setelah melalui berbagai tahap, Anna Maria del violino, Anna Maria del theorbo, Anna Maria del cembalo, Anna Maria del violoncello, Anna Maria del luta, Anna Maria della viola d'amore, dan Anna Maria del mandolin.

Bayangkan itu di hari ini: klik sebuah situs web wisata dan anjuran hiburannya adalah orkestra yang tersohor di dunia yang terdiri dari para anak yatim piatu yang ditinggalkan di pintu gedung musik. Anda akan dihibur oleh virtuoso yang memainkan alat musik yang Anda kenal dan sukai, juga alat-alat musik yang tidak pernah Anda dengar namanya. Sesekali musisi itu akan berganti instrumen selama pertunjukan. Dan tolong ikuti kami di Twitter, @FamousFoundlings (yatim tersohor). Tidak usah memikirkan uang tebusan 200 dukat, *figlie* mempunyai agen pembicara dan penawaran film.

Persis seperti penampilan Tiger Woods di televisi ketika ia berusia dua tahun, begitu banyak orangtua dan media yang berusaha menggali rahasia sukses misterius mereka. Di abad kedelapan belas, para orangtua berkerumun. Para bangsawan bersaing (dan membayar) agar putrinya mendapat kesempatan untuk bermain bersama "orang-orang miskin yang pintar" itu, tulis seorang sejarawan.

Namun, strategi perkembangan musik mereka akan sulit untuk dijual. Kini, pendekatan instrumen majemuk akan dianggap bertentangan dengan segala sesuatu yang kita ketahui tentang cara menguasai keterampilan, termasuk keterampilan bermain musik. Dan jelas bertentangan dengan metode latihan yang disengaja, yang hanya mengandalkan upaya yang sangat terfokus pada keterampilan

yang ingin didapatkan. Dalam pandangan metode ini, alat musik majemuk akan dianggap menyia-nyiakan waktu.

Dalam buku bergenre pertolongan diri modern, pelatihan musik telah bersanding dengan golf di puncak podium, menjadi contoh dari kekuatan pemfokusan yang terbatas sejak dini dalam pelatihan yang sangat teknis. Apakah itu kisah Tiger Woods atau profesor hukum Yale yang dikenal sebagai Tiger Mother, pesannya sama: memilih sejak dini, fokus terbatas, dan jangan pernah beralih.

Nama yang sesungguhnya dari Tiger Mother adalah Amy Chua. Ia menciptakan istilah itu pada 2011 di bukunya yang berjudul *Battle Hymn of the Tiger Mother*. Seperti Tiger Woods, Tiger Mother menembus ke budaya pop. Chua mengiklankan rahasia dari "bagaimana orangtua China membesarkan anak-anak sukses yang stereotip". Di halaman pertama dari bab pertama tercantum daftar hal-hal yang tidak pernah boleh dilakukan oleh Sophia dan Lulu, termasuk: "memainkan alat musik selain piano atau biola." (Sophia bermain piano, Lulu diberi biola.) Chua mengawasi tiga, empat, dan terkadang lima jam latihan musik dalam sehari.

Para orangtua di forum daring membingungkan alat musik yang perlu dipilih untuk anaknya, karena anaknya masih terlalu kecil untuk memilih sendiri serta akan sangat tertinggal dan tak tertolong lagi jika orangtuanya menunda. "Saya perlahan-lahan mencoba meyakinkan putra saya bahwa bermain musik itu sangat menyenangkan," tulis orangtua dari seorang anak berusia dua setengah tahun. "Hanya saja saya tidak tahu alat musik mana yang paling baik." Orangtua lainnya tidak menganjurkan biola jika anak belum berusia tujuh tahun, karena anak itu akan sudah jauh tertinggal. Dalam merespons kekhawatiran seperti itu, direktur sebuah sekolah musik swasta menulis sebuah kolom nasihat "cara memilih" yang berisi tips untuk memilih alat musik bagi anak yang bahkan belum bisa memilih warna kesukaannya secara konsisten dari minggu ke minggu.

Tentu saja ada banyak jalan menuju kemahiran. Beberapa musisi yang menonjol memang telah berfokus sejak belia. YoYo Ma,

pemain selo terbaik, adalah contoh yang banyak dikenal. Namun, yang kurang dikenal adalah bahwa Ma memulai dengan biola, beralih ke piano, lalu ke selo karena ia tidak terlalu menyukai dua instrumen yang pertama. Hanya saja ia menjalani periode pencicipan dengan jauh lebih cepat dibandingkan siswa biasa.

Orangtua Tiger berusaha melewatkan tahap pencicipan itu. Ini mengingatkan saya akan perbincangan dengan Ian Yates, seorang ilmuwan olahraga Inggris dan pelatih yang telah membantu mengembangkan calon-calon atlet profesional di berbagai jenis olahraga. Semakin banyak orangtua, kata Yates kepada saya, yang mendatanginya dan "menginginkan anak-anaknya melakukan apa yang dilakukan para atlet Olimpiade saat ini, bukan apa yang dilakukan para atlet itu ketika mereka berusia dua belas atau tiga belas tahun," yang termasuk berbagai jenis kegiatan yang mengembangkan kemampuan atletiknya secara umum dan memperbolehkan mereka melacak bakat dan minatnya sendiri sebelum berfokus secara terbatas pada keterampilan teknis. Periode pencicipan bukanlah hal sekunder dari perkembangan orang-orang yang berkinerja hebat—bukan sesuatu yang perlu disingkirkan demi awal yang dini—tetapi adalah bagian yang terpadu.

John Sloboda adalah salah satu periset yang paling berpengaruh dalam psikologi musik. Bukunya, *The Musical Mind* yang terbit pada 1985, membahas asal mula musik sampai peralihan keterampilan bermain, dan menetapkan sebuah agenda riset yang sampai sekarang masih dilakukan pada bidang itu. Sepanjang 1990-an, Sloboda dan rekan-rekannya mempelajari berbagai strategi untuk pertumbuhan musik. Tidak mengejutkan bahwa latihan memang sangat penting dalam perkembangan musisi. Namun, pengamatan yang lebih rinci menunjukkan hal-hal yang cukup mengejutkan.

Sebuah kajian pada siswa musik berusia 8–18 tahun dengan keterampilan yang berkisar dari peringkat pemula sampai siswa

dari sekolah musik yang sangat selektif menemukan bahwa ketika mereka memulai pelatihan, tidak ada perbedaan yang ditimbulkan oleh jumlah latihan yang pernah dilakukan di antara kelompok pemain, mulai dari yang paling pemula sampai yang paling mahir. Siswa yang menjadi paling sukses hanya mulai lebih banyak berlatih setelah mereka mengenali alat musik yang ingin mereka fokuskan, terlepas dari apakah karena mereka lebih mahir memainkannya atau hanya karena lebih menyukainya. Tampaknya, alat musiklah yang menggerakkan latihan, bukan sebaliknya.

Dalam suatu kajian terpisah dari seribu dua ratus musisi belia, mereka yang berhenti bermain musik melaporkan "ketidakcocokkan antara alat yang ingin mereka mainkan dengan alat yang mereka mainkan." Amy Chua menggambarkan Lulu, putrinya, sebagai musisi alami. Teman penyanyi Chua menyebut Lulu "luar biasa," memiliki karunia "yang tidak bisa diajarkan oleh siapa pun." Lulu membuat kemajuan pesat pada biola, tetapi segera saja berkata mengancam pada ibunya, "Ibu yang memilihnya, bukan saya." Pada usia tiga belas tahun, ia menghentikan sebagian besar kegiatan biolanya. Chua, yang jujur dan wawas diri, di bagian akhir bukunya bertanya-tanya, apakah Lulu masih akan bermain jika dulu ia diperbolehkan untuk memilih sendiri alat musiknya.

Ketika Sloboda dan rekannya melakukan kajian pada siswa sekolah musik berasrama di Inggris yang direkrut dari seluruh Inggris—penerimaan sekolah itu hanya didasarkan pada audisi—mereka terkejut menemukan bahwa siswa yang diklasifikasikan sebagai luar biasa oleh sekolah datang dari keluarga yang kurang aktif dalam musik dibandingkan dengan siswa yang tidak terlalu menonjol. Mereka tidak mulai bermain sejak dini, tidak memiliki alat musik di rumah di usia dini, mengikuti lebih sedikit pelajaran musik sebelum memasuki sekolah, dan secara keseluruhan lebih sedikit berlatih sebelum tiba di sekolah—jauh lebih sedikit. "Sepertinya sangat jelas," tulis para psikolog, "bahwa jumlah pelajaran atau waktu latihan bukanlah indikator dari keluarbiasaan." Dalam soal

pelajaran yang terstruktur, setiap siswa yang di awal perkembang-annya pernah menerima sejumlah besar pelajaran yang terstruktur berada di kategori keterampilan "rata-rata" dan tidak seorang pun berada di kelompok luar biasa. "Implikasinya," tulis periset, adalah "bahwa terlalu banyak pelajaran di usia belia tidaklah menolong."

"Namun," tambah mereka, "tampaknya penyebaran upaya di berbagai alat musik akan penting. Anak-anak yang diklasifikasikan sebagai luar biasa oleh sekolah ternyata adalah anak-anak yang telah menyebar upayanya secara merata ke tiga alat musik." Siswa-siswa yang kurang terampil cenderung menghabiskan waktunya pada alat musik pertama yang mereka pilih, seakan-akan mereka tidak bisa melalaikan awal yang dini. Siswa-siswa yang luar biasa itu berkembang seperti *figlie del coro*. "Investasi sederhana pada alat musik ketiga ternyata berbuah besar bagi anak-anak yang luar biasa," kata para ilmuwan menyimpulkan.

Para psikolog telah mengemukakan berbagai jalan menuju keung-gulan, tetapi yang paling umum adalah periode pencicipan, dengan beberapa pelajaran yang tidak terlalu terstruktur dan beragam jenis instrumen serta kegiatan, lalu dilanjutkan dengan penyempitan fo-kus, peningkatan struktur, dan ledakan jumlah latihan. Kedengar-annya tidak asing, bukan? Dua dekade kemudian, sebuah kajian lanjutan meneruskan kajian Sloboda dengan membandingkan para musisi belia yang diterima ke sebuah konservatorium yang sangat kompetitif dengan siswa-siswa musik yang kurang terampil, tetapi sama-sama berkomitmen. Hampir semua siswa yang lebih unggul telah memainkan paling sedikit tiga alat musik, ini jauh lebih banyak dibandingkan alat musik yang pernah dimainkan oleh siswa tingkat yang lebih rendah, dan lebih dari separuhnya memainkan empat atau lima alat musik. Belajar memainkan musik klasik adalah kunci utama bagi kultus memulai lebih dini; musiknya sendiri relatif mirip dengan permainan golf. Ada aturan yang jelas; kesalahan segera tampak; dibutuhkan latihan yang berulang untuk satu tugas yang sama sampai pelaksanaannya menjadi otomatis dan penyimpangan

menjadi jarang terjadi. Bagaimana mungkin pemilihan alat sejak dini dan memulai dengan latihan teknis tidak menjadi jalan standar menuju sukses? Namun, bahkan musik klasik menolak kisah Tiger.

The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance, yang diterbitkan pada 2006, adalah sejenis kitab suci bagi penulis, pembicara, dan periset populer di aliran latihan sepuluh ribu jam. Buku itu adalah kumpulan esai yang masing-masing ditulis oleh periset berbeda yang meneliti tari, matematika, olahraga, pembedahan, penulisan, dan catur. Bagian musiknya jelas berfokus pada permainan musik klasik. Dengan jumlah halaman yang sangat tebal—yaitu sembilan ratus halaman—buku ini adalah buku pegangan untuk tangan-tangan yang besar. Di bab tentang pengembangan kemahiran musik, hanya ada satu tulisan yang menyebut awal dari para pemain pakar di semua genre musik selain klasik. *Handbook* itu hanya menulis bahwa, berbeda dengan musisi klasik, musisi dan penyanyi jaz, *folk*, dan populer modern tidak mengikuti jalan yang terbatas dari pelatihan teknis, dan mereka "memulai jauh lebih lambat".

Jack Cecchini bisa berterima kasih kepada dua sandungan—sandungan dalam arti metafora dan harfiah—yang menjadikannya salah satu musisi jaz dan klasik langka kelas dunia.

Sandungan yang pertama adalah di Chicago pada 1950, ketika ia berusia tiga belas tahun dan tersandung gitar yang bersandar di sofa pemilik rumah. Ia sedang mengelus dawai gitar itu dengan jarinya ketika pemilik gitar lewat. Pemilik rumah itu memungut gitarnya, menunjukkan dua kunci nada, dan langsung meminta Cecchini untuk bermain bersama mereka. Tentu saja ia tidak bisa. "Ia menggeleng ketika tiba waktunya bagi saya untuk mengganti kunci nada, dan jika saya tidak melakukannya, ia mulai menyumpahi saya," kenang Cecchini geli. Minat Cecchini terpicu, dan ia mulai mencoba meniru lagu-lagu yang ia dengar di radio. Di usia enam belas tahun, ia

bermain jaz di belakang kelab-kelab Chicago karena ia masih terlalu muda untuk menjadi tamu kelab. "Rasanya seperti berada di pabrik," katanya kepada saya. "Jika harus pergi ke toilet, Anda harus meminta orang lain untuk menggantikan Anda. Namun, Anda terus bereksperimen setiap malam." Ia hanya mengikuti kursus musik gratis yang bisa ia temukan—kursus klarinet—dan ia berusaha menerapkan apa yang telah dipelajari pada gitar. "Ada delapan juta posisi di gitar untuk memainkan nada yang sama," katanya. "Saya hanya mencoba menemukan jalan keluar dari masalah dan mulai mempelajari leher gitar." Segera saja ia bermain dengan Frank Sinatra di Villa Venice, Miriam Makeba di Apollo, dan melakukan tur bersama Harry Belafonte di Carnegie Hall sampai stadion bisbol yang penuh sesak. Di situlah muncul sandungan kedua.

Dalam suatu pertunjukan ketika Cecchini berusia dua puluh tiga tahun, salah satu penari panggung Belafonte menginjak kabel yang menghubungkan gitarnya dengan pengeras suara, jadi gitarnya hanya berbisik. "Harry panik," kenang Cecchini. "Ia berkata, 'Singkirkan benda itu dan cari gitar klasik!'" Mencari gitar klasik adalah hal yang mudah, tetapi selama ini ia telah menggunakan *pick* untuk memetik dawai, dan untuk gitar akustik ia harus belajar memetik dawai dengan jari, jadi kesulitan yang ia alami adalah belajar memainkannya sambil melakukan tur konser.

Ia jatuh cinta pada instrumen itu, dan pada usia tiga puluh satu tahun, ia begitu mahir memainkannya sehingga terpilih sebagai pemain tunggal untuk memainkan suatu konserto oleh Vivaldi sendiri, diiringi oleh suatu orkestra, untuk kerumunan penonton di Grant Park Chicago. Keesokan harinya, kritikus musik *Chicago Tribune* memulai ulasannya: "Meski semakin banyak orang yang mendukung kebangkitan kembali gitar sebagai instrumen klasik, hanya sedikit orang yang memiliki bakat dan kesabaran untuk menguasai apa yang tetap menjadi salah satu instrumen paling indah sekaligus paling sulit." Cecchini, lanjutnya, "membuktikan dirinya sebagai salah satu dari sedikit orang itu."

Terlepas dari awalnya yang lambat dan berantakan, Cecchini juga menjadi guru yang terkenal untuk gitar jaz dan klasik. Murid-murid datang dari negara bagian lain, dan pada awal 1980-an, di malam hari, orang-orang mengantre di anak tangga sekolahnya di Chicago. Pelatihan resmi yang pernah ia ikuti hanyalah pelajaran klarinet gratis itu. "Saya bisa mengatakan bahwa saya 98% adalah autodidak," katanya kepada saya. Ia beralih di antara berbagai instrumen dan menemukan jalannya melalui percobaan dan kegagalan. Mungkin kedengarannya aneh, tetapi ketika Cecchini menceritakan para legenda musik dengan siapa ia pernah bermain atau yang ia kagumi, tidak ada seorang Tiger pun di antara mereka.

Duke Ellington adalah salah satu dari sedikit orang yang pernah mengikuti pelajaran resmi, ketika ia berusia tujuh tahun, dari seorang guru bernama Marietta Clinkscales. Ia langsung kehilangan minat bahkan sebelum belajar membaca not balok, dan berhenti bermain musik untuk berfokus pada bisbol. Di sekolah, minatnya adalah menggambar dan melukis. (Kelak, ia menolak beasiswa sekolah seni.) Ketika berusia empat belas tahun, Ellington mendengar genre musik *ragtime*, dan untuk pertama kalinya dalam tujuh tahun, ia duduk di depan piano dan mencoba meniru apa yang telah ia dengar. "Tidak ada hubungan antara saya dan musik, sampai saya mulai bermain-main sendiri dengannya," kenangnya. "Sepanjang seseorang mengajari saya, ada terlalu banyak aturan dan pengaturan .... Selama saya bisa duduk dan mempelajarinya sendiri, semuanya baik-baik saja." Bahkan setelah menjadi penggubah musik terbesar Amerika, ia mengandalkan penyalin musik untuk menulis catatan musik pribadinya ke dalam not balok tradisional.

Johnny Smith adalah favorit Cecchini. Smith dibesarkan di sebuah rumah deret di Alabama. Para tetangga berkumpul untuk bermain musik, dan Johnny kecil bermain-main dengan apa pun yang mereka tinggalkan di salah satu sudut. "John memainkan apa saja," kenang saudaranya, Ben. Itu memungkinkan dia mengikuti kompetisi lokal untuk alat musik apa saja, dan hadiahnya adalah bahan pangan.

Ia pernah mendapat dua setengah kilogram gula dengan bermain biola. Namun, ia tidak terlalu suka biola. Smith berkata ia mau berjalan delapan puluh kilometer untuk belajar gitar, tetapi tidak ada guru gitar di sana, jadi ia harus bereksperimen sendiri.

Ketika Amerika Serikat memasuki Perang Dunia II, Smith mendaftarkan diri menjadi militer dengan harapan menjadi pilot, tetapi masalah pada mata kirinya menggagalkannya. Ia dikirim ke *marching band*, yang sama sekali tak berguna untuk seorang pemain gitar. Ia belum bisa membaca musik, tetapi ditugaskan untuk belajar sendiri memainkan berbagai jenis alat musik agar ia bisa bermain di acara perekrutan militer. Pengalaman yang luas menyiapkan dirinya untuk pekerjaan pascaperang sebagai penyusun musik NBC. Ia telah belajar untuk berlatih, dan keterampilannya dalam memainkan berbagai jenis alat dan genre musik telah menjadi begitu terkenal sehingga menempatkannya di posisi yang istimewa itu.

Pada suatu Jumat malam, ia akan meninggalkan NBC ketika dihentikan di lift dan diminta untuk mempelajari sebuah bagian gitar yang baru. Pemain klasik yang telah disewa untuk tugas itu tidak bisa memainkannya. Acara itu adalah siaran langsung untuk merayakan ulang tahun ketujuh puluh lima tahun penggubah Arnold Schoenberg, dan akan menyiarkan salah satu gubahan komposisi tanpa nada milik Schoenberg, yang belum pernah dimainkan di panggung selama dua puluh lima tahun. Smith diberi waktu empat hari. Ia melanjutkan Jumat malamnya, tiba di rumah jam 5 pagi, lalu bergabung dengan geladi resik darurat jam 7 pagi. Pada Rabu, ia bermain dengan begitu indah sehingga penonton meminta pertunjukan ulang dari seluruh tujuh bagian yang dimainkannya. Pada 1998, berdampingan dengan Sir Edmund Hillary—yang bersama Tenzing Norgay adalah orang pertama yang mencapai puncak Gunung Everest—Smith dianugerahi Bicentennial Medal dari lembaga Smithsonian untuk kontribusi budaya yang luar biasa.

Pianis Dave Brubeck juga mendapatkan medali itu. Lagunya, “Take Five”, dipilih oleh para pendengar NPR sebagai lagu jaz ter-

baik sepanjang zaman. Ibu Brubeck berusaha mengajarinya piano, tetapi ia menolak untuk mematuhi petunjuk. Ia lahir dengan mata juling, dan keengganannya di masa kanak-kanak berkaitan dengan ketidakmampuannya untuk melihat not musik. Ibunya menyerah, tetapi ia mendengarkan ketika ibunya mengajar orang lain dan berusaha meniru. Brubeck tetap tidak bisa membaca musik ketika ia keluar dari sekolah kedokteran hewan di College of the Pacific dan berjalan melintasi lapangan rumput ke fakultas musik, tetapi ia pandai berpura-pura. Ia berhenti belajar piano dan menggantinya dengan alat musik lain yang akan mempermudahnya berimprovisasi selama latihan. Di tahun senior, ia tidak bisa berpura-pura lagi. "Saya dididik oleh seorang guru piano yang hebat," kenangnya, "yang dalam lima menit bisa mengetahui bahwa saya tidak bisa membaca not." Dekan fakultas memberitahu Brubeck bahwa ia tidak bisa diwisuda dan bahwa ia mempermalukan konservatorium. Guru lain yang telah melihat kreativitasnya membelanya, dan dekan memberinya pilihan. Brubeck diperbolehkan wisuda sejauh ia mau berjanji bahwa ia tidak akan pernah mempermalukan lembaga itu dengan mengajar musik. Dua puluh tahun kemudian, rupanya perasaan malu sudah hilang dari lembaga itu, dan membuat mereka menganugerahi Brubeck gelar doktor kehormatan.

Mungkin master improvisasi yang terhebat memang tidak bisa membaca—kata ataupun musik—titik. Django Reinhardt dilahirkan di Belgia pada 1910, di sebuah karavan orang Romani. Bakat masa kanak-kanaknya adalah mencuri ayam dan menggelitik ikan trout—mencari ikan dengan meraba di sepanjang tepian sungai dan menggosok perutnya sampai mereka rileks dan bisa dilempar ke darat. Django dibesarkan di luar Paris, di sebuah area yang disebut la Zone, di mana para penyedot tangki pembuangan membongkar muatannya setiap malam. Ibunya, seorang Negro, tidak bisa mengawasi latihan musik siapa pun karena terlalu sibuk membiayai keluarganya dengan membuat gelang dari cangkang peluru yang ia kumpulkan dari medan tempur Perang Dunia I. Django bersekolah

jika ia merasa ingin bersekolah, tetapi di sebagian besar waktu, ia tidak ingin bersekolah. Ia senang pergi ke bioskop dan bermain biliar sambil dikitari oleh musik. Di mana pun orang Romani berkumpul, selalu ada banyo, harpa, piano, dan terutama biola.

Sebagai alat yang mudah di bawa-bawa, biola menjadi alat musik klasik orang Romani, dan Django memulai dengan biola, tetapi ia tidak menyukainya. Ia belajar musik dengan gaya *called-and-response*. Seorang dewasa memainkan satu bagian musik, lalu ia mencoba menirunya. Ketika berusia dua belas tahun, seorang teman memberinya hibrida banyo-gitar. Ia menemukan instrumen favoritnya dan menjadi terobsesi. Ia berkesperimen dengan segala jenis benda sebagai pemetik dawai ketika jari-jarinya membutuhkan rehat: sendok, pelindung jari untuk menjahit, koin, atau tulang paus. Ia bergabung dengan seorang pemain banyo yang bungkuk, Lagardère, dan mereka mengelilingi jalan-jalan Paris, mengamen dan bermain duet.

Di pertengahan usia remaja, Django sedang berada di sebuah restoran di Paris, di mana para pemain akordeon kota itu sedang berkumpul. Ia dan banyo-gitarnya diminta untuk naik ke panggung dan bermain untuk musisi lain. Django memainkan suatu polka yang dikenal sebagai bukti keterampilan bagi para pemain arkodeon karena sangat sulit untuk dimainkan. Ketika selesai memainkan bentuk tradisional dari polka itu, alih-alih berhenti, ia melanjutkan dengan serangkaian improvisasi yang cepat, membengkok dan meliukkan lagu menjadi ciptaan yang belum pernah didengar oleh para veteran musik itu. Istilahnya, Django bermain "dengan pisau terhunus". Ia menantang perkelahian dengan mendistorsi suatu lagu ruang dansa yang keramat, tetapi ia begitu orisinal sehingga ia dibiarkan. Kreativitasnya tidak terbatas. Salah satu mitra musiknya berkata, "Saya bertanya-tanya mungkin di masa mudanya, ia bahkan tidak tahu bahwa musik itu bisa ditulis." Tidak lama setelah itu, Django akan membutuhkan semua kelenturan yang telah dipelajarinya.

Ia berusia delapan belas tahun ketika sebatang lilin di keretanya membakar seikat bunga buatan dari seluloid yang sedang dibuat oleh Bella, istrinya, untuk suatu pemakaman. Keretanya meledak menjadi kobaran api. Separuh tubuh Django terbakar, dan ia berakhir di tempat tidur selama satu setengah tahun. Selama sisa hidupnya, jari kelingking dan jari manis tangan kirinya tidak bisa bergerak, tidak berguna di atas dawai. Namun, Django sudah terbiasa berimproviasi. Seperti Pelegrina dari *figlie del coro* ketika kehilangan giginya, ia beralih. Ia belajar untuk bermain dengan ibu jari dan dua jari lainnya. Tangan kirinya harus berlari cepat di leher gitarnya, telunjuk dan jari tengahnya bergerak cepat seperti capung di atas dawai. Ia muncul kembali dengan sebuah cara baru untuk memainkan instrumen, dan kreativitasnya meletup.

Bersama seorang pemain biola Prancis, Django menggabungkan genre *musette* ruang dansa dengan jaz dan menciptakan bentuk baru dari musik improvisasi yang tidak mudah untuk dijelaskan, jadi hanya disebut "jaz gipsi". Beberapa dari gubahan spontannya menjadi "standar" yang dimainkan dan diimprovisasi oleh musisi lain. Ia merevolusi musik dan menghasilkan apa yang sekarang dikenal sebagai virtuoso solo gitar yang menyusup ke musik generasi berikutnya, mulai dari Jimi Hendrix—yang menyimpan album rekaman Django dan menamai salah satu kelompoknya Band of Gypsys—sampai Prince (seorang autodidak, memainkan lebih dari enam jenis alat musik di album debutnya). Jauh sebelum Hendrix meluluhkan lagu kebangsaan Amerika, "The Star-Spangled Banner", ke dalam ciptaan ajaibnya sendiri, Django telah melakukannya dengan lagu kebangsaan Prancis, "La Marseillaise".

Meski ia tidak pernah belajar membaca musik (ataupun kata-kata—seorang musisi harus mengajarinya membuat tanda tangan untuk penggemar), Django menggubah sebuah simfoni; untuk menunjukkan nada yang ia inginkan untuk dimainkan oleh musisi lain dengan alat musiknya masing-masing, ia memainkan nada itu di gitarnya sementara musisi lain berjuang keras untuk memahaminya.

Ia meninggal karena pendarahan otak pada usia empat puluh tiga tahun, tetapi musik yang ia ciptakan hampir seratus tahun yang lalu masih terus muncul di budaya pop, termasuk di film terlaris Hollywood seperti *The Matrix* dan *The Aviator* serta di permainan video *BioShock*. Pengarang buku *The Making of Jazz* mengangkat pria yang tidak bisa membaca musik atau memainkan alat musik dengan cara semestinya ini "sebagai gitaris yang paling penting dalam sejarah musik jaz."

Cecchini memiliki alis yang lebat serta janggut yang membuka dan menutup dengan cepat seperti semak berantakan ketika ia bicara dengan semangat. Seperti sekarang: ia sedang membicarakan Django, dan ia adalah penggemar beratnya. Dulu Cecchini punya seekor anjing pudel hitam bernama Django. Ia membuka potongan video di YouTube yang berwarna hitam-putih, dan berbisik, "Lihat ini."

Di sana ada Django, berdasi kupu-kupu, berkumis tipis, dan rambut kelimisnya disisir ke belakang. Dua jari yang tak berguna di tangan kirinya terlipat seperti cakar. Tiba-tiba, tangan itu melesat ke bagian atas leher gitar, lalu kembali lagi, memancarkan urutan nada yang cepat. "Itu menakjubkan!" kata Cecchini. "Sinkronisasi di antara tangan kiri dan kanannya luar biasa."

Metode pembelajaran yang disengaja dan ketat menggambarkan pelatihan yang bermanfaat sebagai fokus yang disadari pada perbaikan kesalahan. Namun, penelitian paling luas pada perkembangan bentuk improvisasional yang dilakukan oleh profesor Duke University, Paul Berliner, menggambarkan masa kanak-kanak dari para profesional sebagai "salah satu osmosis", bukan pengajaran resmi. "Sebagian besar dari mereka mencoba beragam pilihan sebagai pembuka untuk memilih alat musik spesifiknya," tulisnya. "Tidak jarang anak-anak muda itu mengembangkan keterampilan di berbagai alat musik." Berliner menambahkan bahwa calon musisi

improvisasional "yang latar belakang pendidikannya telah menumbuhkan ketergantungan fundamental pada guru [resmi] akan harus menganut pendekatan yang baru dalam pembelajaran." Sejumlah musisi menceritakan skenario mirip Brubeck kepada Berliner, ketika seorang guru menemukan bahwa mereka tidak bisa membaca musik tetapi telah cukup mahir untuk meniru dan berimprovisasi sehingga "mereka hanya berpura-pura mengikuti not." Berliner menyampaikan nasihat dari para musisi profesional kepada seorang pembelajar improvisasi belia untuk "tidak berpikir tentang bermain—bermainlah saja."

Ketika saya sedang duduk bersama Cecchini, ia memainkan sebuah improvisasi yang mengesankan. Saya memintanya untuk mengulang agar saya bisa merekamnya. "Saya tidak bisa memainkannya lagi jika Anda menodongkan pistol di kepala saya," katanya. Charles Limb—seorang musisi, spesialis pendengaran, dan dokter bedah telinga di University of California, San Francisco—merancang sebuah papan tuts tanpa besi agar musisi jaz bisa berimprovisasi selagi berada dalam mesin pemindai MRI. Limb melihat bahwa area-area otak yang terkait dengan perhatian yang terfokus, penghambatan, dan sensor diri padam ketika musisi sedang mencipta. "Seakan-akan otak memadamkan kemampuannya untuk mengkritik dirinya sendiri," katanya kepada *National Geographic.* Ketika berimprovisasi, musisi melakukan hal kebalikan dari upaya mengenali kesalahan secara sadar dan berhenti memperbaiki kesalahan itu.

Para master improvisasi belajar seperti bayi: terlebih dulu mencebur, meniru, dan berimprovisasi, baru kelak mempelajari aturan resmi. "Pada awalnya, ibu Anda tidak memberi buku dan berkata, 'Ini adalah kata benda, ini adalah kata ganti, ini adalah kata penyerta,'" kata Cecchini kepada saya. "Anda terlebih dulu mempelajari suara. Lalu, di kemudian hari Anda mempelajari tata bahasa."

Django Reinhardt pernah satu taksi dengan Les Paul, penemu gitar listrik. Paul adalah seorang musisi autodidak dan satu-satunya

orang yang tercatat di daftar orang terkenal Rock dan Roll dan National Inventors sekaligus. Reinhardt menepuk pundak Paul dan bertanya apakah ia bisa membaca musik. "Saya menjawab tidak, saya tak bisa," kenang Paul, "dan ia tertawa sampai keluar air mata dan berkata, 'Saya juga tak bisa. Saya bahkan tidak tahu apa arti *C* itu; saya hanya memainkannya.'"

Cecchini berkata kepada saya bahwa ia selalu takjub ketika meminta seorang pemain jaz yang hebat di panggung untuk memainkan nada tertentu, dan menemukan bahwa musisi itu tidak bisa memahami maksudnya. "Ada gurauan lawas di antara musisi jaz," kata Cecchini. "Anda bertanya, 'Kau bisa membaca musik?' Maka orang itu akan berkata, 'Tidak cukup bisa untuk mencederai permainanku.'" Ada kebenaran dalam gurauan itu. Cecchini telah mengajar para musisi yang bermain secara profesional untuk Chicago Symphony, yang pada 2015 diperingkat sebagai orkestra terbaik di Amerika dan kelima terbaik di dunia oleh sebuah dewan kritikus. "Lebih mudah bagi musisi jaz untuk belajar memainkan musik klasik daripada sebaliknya," katanya. "Musisi jaz adalah seniman kreatif, musisi klasik adalah seniman re-kreatif."

Setelah Django Reinhardt menghebohkan musik kelab malam, musisi klasik mulai mencoba beralih ke jaz. Menurut Michael Dregni—yang menulis banyak buku tentang periode itu—improvisasi adalah "konsep yang bertentangan dengan pelatihan konservatorium .... Setelah bertahun-tahun pelatihan konservatorium, beberapa orang menganggap peralihan itu mustahil." Leon Fleisher—yang dianggap sebagai salah satu pemain piano klasik besar di abad kedua puluh—mengatakan kepada salah satu penulis memoarnya pada 2010 bahwa "keinginan terbesar"-nya adalah bisa berimprovisasi. Namun, setelah semua pemaknaan yang hebat terhadap nada-nada yang ada di lembaran musik selama hidupnya, ia berkata, "Saya sama sekali tidak bisa berimprovisasi."

Analogi pembelajaran bahasa yang digunakan oleh Cecchini tidaklah unik. Bahkan Metode Suzuki, yaitu metode pembelajaran musik yang mirip dengan latihan berulang sejak dini, dirancang oleh Shinichi Suzuki untuk meniru pembelajaran bahasa yang alami. Suzuki dibesarkan di sekitar pabrik biola ayahnya, tetapi hanya menganggap alat musik itu sebagai mainan. Ketika ia berkelahi dengan saudaranya, mereka saling memukul dengan biola. Ia tidak berusaha memainkan biola sampai usia tujuh belas tahun, ketika ia tersentuh oleh rekaman lagu "*Ave Maria*". Ia membawa pulang sebuah biola dari pabrik dan berusaha meniru rekaman musik klasik hanya dengan mendengarkannya. "Teknik autodidak saya tidaklah lebih dari sekadar menggesek," katanya tentang upaya awal itu, "tetapi entah bagaimana akhirnya saya bisa memainkan sebuah lagu." Baru di kemudian hari ia mendapatkan pelajaran teknis dan menjadi seorang pemanggung lalu pendidik. Menurut Suzuki Association of the Americas, "Anak-anak tidak berlatih untuk belajar jalan .... Anak-anak belajar membaca setelah mereka bisa bicara dengan baik."

Secara keseluruhan, gambaran ini sejalan dengan penemuan klasik dari riset-riset yang tidak berkaitan dengan musik: luasnya pelatihan meramalkan keluasan pemindahan pengetahuan ke area lain. Artinya, semakin banyak konteks di mana sesuatu itu dipelajari, semakin pembelajar bisa menciptakan model-model abstrak, dan semakin mereka tidak mengandalkan contoh tertentu. Pembelajar menjadi lebih mampu menerapkan pengetahuannya ke situasi yang belum pernah mereka jumpai sebelumnya, dan ini adalah esensi dari kreativitas.

Dibandingkan dengan metode Tiger Mother, petunjuk tentang menjadi orangtua yang mengarah ke pencapaian kreatif haruslah terbuka pada lebih sedikit aturan. Dalam menawarkan nasihat kepada orangtua, psikolog Adam Grant memperhatikan bahwa kreativitas sulit untuk ditumbuhkan, tetapi mudah untuk dikerdilkan. Ia merujuk ke sebuah kajian yang menemukan bahwa anak-anak

pada umumnya tumbuh dengan rata-rata enam aturan di rumahnya, sedangkan anak kreatif tumbuh dengan satu aturan di rumahnya. Orangtua yang memiliki anak kreatif memberitahukan pendapatnya setelah anaknya melakukan sesuatu yang tidak mereka sukai, hanya saja mereka tidak melarang sebelumnya. Rumah mereka tidak memiliki banyak larangan.

"Aneh," kata Cecchini kepada saya di akhir diskusi kami yang berjam-jam, "bahwa beberapa dari musisi terbesar adalah autodidak dan tidak pernah belajar membaca musik. Saya tidak mengatakan cara mana yang lebih baik, tetapi sekarang saya mendapat banyak murid dari sekolah yang mengajar jaz, dan suara mereka terdengar sama. Sepertinya mereka tidak menemukan suara mereka sendiri. Saya rasa ketika Anda belajar sendiri, Anda lebih banyak bereksperimen, berusaha menemukan suara yang sama di berbagai tempat, Anda belajar menyelesaikan masalah."

Cecchini berhenti sejenak, menyandar di kursinya, dan menatap langit-langit. Beberapa saat berlalu. "Dalam dua menit, saya bisa menunjukkan apa yang seseorang pelajari selama beberapa tahun bermain-main di leher gitar, seperti yang telah saya lakukan untuk menemukannya. [Pada pembelajaran itu] Anda tidak tahu mana yang benar dan salah. Anda tidak memiliki aturan itu di kepala. Anda hanya berusaha menemukan jalan keluar dari masalah, dan setelah lima puluh tahun hidup, semuanya mulai jelas bagi Anda. Itu sangat lambat," katanya kepada saya, "tetapi ada suatu hal yang bisa diambil dari pembelajaran seperti itu."

BAB 4

Pembelajaran, Cepat dan Lambat

"OKE? KALIAN AKAN PERGI ke pertandingan Eagles," kata guru matematika yang karismatik kepada murid-murid kelas delapannya. Ia berusaha membingkai masalah dengan menggunakan situasi yang memotivasi murid-muridnya. "Mereka menjual hot dog," lanjutnya. "Omong-omong, di Philadelphia hot dognya sangat enak." Murid-murid terkikik. Salah seorang menyela. "*Cheesesteak*-nya juga."

Guru itu kembali ke pelajaran hari ini, pelajaran ekspresi aljabar sederhana: "Hot dog di stadion di mana Eagles bermain dijual dengan harga tiga dolar. Saya ingin kalian memberi ekspresi variabel untuk biaya dari *N* hot dog." Murid-murid itu perlu mempelajari apa artinya bagi sebuah huruf untuk mewakili suatu nilai yang belum ditentukan. Huruf itu adalah suatu abstraksi yang harus mereka pahami untuk bisa maju dalam matematika, tetapi itu bukan hal yang mudah untuk dijelaskan.

Marcus menjawab sukarela: "*N* lebih dari tiga dolar."

"Bukan *lebih dari*," jawab guru, "karena itu berarti dibagi." Ia memberi ekspresi yang benar: "Tiga *N*. Tiga *N* berarti berapa pun banyaknya saya membeli, saya harus membayar tiga dolar untuk setiap hot dog, bukan?" Murid lainnya bingung. "Dari mana kalian mendapatkan *N*?" tanyanya.

"Itulah angka *N* untuk hot dog," jelas guru. "Itulah yang saya gunakan sebagai variable saya." Seorang murid bernama Jen bertanya apakah itu berarti kita harus mengalikan. "Benar. Jadi, jika saya membeli dua hot dog, berapa banyak uang yang harus saya keluarkan?"

Enam dolar, jawab Jen dengan benar.

"Tiga kali dua. Bagus, Jen." Tangan lain teracung. "Ya?"

"Apakah bisa digunakan huruf lain?" Michelle ingin tahu. Ya, bisa.

"Tapi, bukankah itu akan membingungkan?" tanya Brandon.

Bisa digunakan huruf apa pun, kata guru menjelaskan. Melanjut ke bagian dua dari pelajaran pada hari itu: ekspresi evaluasi.

"Apa yang baru saja saya lakukan dengan tiga dolar untuk sepotong hot dog adalah 'mengevaluasi suatu ekspresi'," kata guru menjelaskan. Ia menunjuk pada tulisan "7*J*" di papan dan bertanya, jika kalian menghasilkan tujuh dolar per jam dan minggu ini bekerja dua jam, berapa banyak yang kalian hasilkan? Empat belas dolar, jawab Ryan dengan benar. Bagaimana jika kalian bekerja sepuluh jam? Tujuh puluh dolar, kata Josh. Guru bisa melihat bahwa mereka mengerti. Namun, tidak lama kemudian, menjadi jelas bahwa mereka tidak pernah mengerti tentang ekspresi, mereka akhirnya hanya mengetahui bahwa mereka harus mengalikan dua angka apa pun yang disebut oleh guru dengan lantang.

"Yang baru saja kita lakukan adalah mengambil jumlah dari jam dan melakukan apa? Michelle?" Mengalikannya dengan tujuh, jawab Michelle. Benar, tetapi sebenarnya yang kita lakukan, kata guru menjelaskan, adalah menempatkannya ke dalam ekspresi di mana *J* berada. "Itulah artinya mengevaluasi," tambahnya, "menggantikan sebuah angka untuk suatu variabel."

Sekarang seorang gadis lain menjadi bingung. "Jadi, untuk soal hot dog tadi, *N*-nya menjadi dua, bukan?" tanyanya. "Ya. Kita mengganti dua untuk N," jawab guru. "Kita mengevaluasi contoh itu." Lalu mengapa, kata gadis itu ingin tahu, kita tidak menulis

saja harga hot dog dikali dua? Jika *N* adalah dua, apa gunanya menulis "*N*" alih-alih menulis "2"?

Murid-murid mengajukan lebih banyak pertanyaan yang perlahan-lahan memperjelas bahwa mereka telah gagal mengaitkan abstraksi dari suatu variabel dan hanya menjadikannya satu angka tertentu untuk setiap contoh yang diberikan oleh guru. Ketika guru mencoba kembali ke konteks yang realistis—"kelas kajian sosial tiga kali lebih lama daripada kelas matematika"—mereka benar-benar bingung. "Saya pikir periode kelima adalah yang terpanjang?" kata seseorang. Ketika murid-murid diminta untuk mengubah kalimat menjadi ekspresi variabel, mereka harus mulai menebak-nebak.

"Bagaimana jika saya mengatakan 'kurang enam dari suatu angka'? Michelle?" tanya guru.

"Enam minus *N*," jawab Michelle. Salah.

Aubrey menebak satu-satunya kemungkinan lain: "*N* minus enam." Bagus.

Anak-anak mengulang begitu banyak bentuk pilihan ganda ini. Jika dilihat secara sesaat, bisa terkesan bahwa mereka mengerti.

"Bagaimana jika saya memberi kalian 15 minus *B*?" tanya guru, meminta mereka untuk mengubahnya kembali menjadi kata-kata. Saatnya untuk pilihan ganda. "Lima belas kurang dari *B*?" ujar Patrick menawarkan jawaban. Guru tidak langsung menjawab, jadi ia mencoba sesuatu yang lain. "*B* kurang dari 15." Kali ini guru langsung merespons; ia mengerti. Pola berulang. *Kim lima belas sentimeter lebih pendek daripada ibunya.* "*N* minus negatif enam," kata Steve. Bukan. "*N* minus enam." Bagus. *Mike tiga tahun lebih tua dari Jill.* Ryan? "Tiga *X*," katanya. Salah, itu adalah pengalian, bukan? "Tiga plus *X*." Bagus.

Sekarang Marcus telah menemukan cara yang pasti untuk mendapatkan jawaban yang benar. Tangannya mengacung untuk pertanyaan berikutnya. *Tiga dibagi oleh W*. Marcus? "*W* di atas tiga atau tiga di atas *W*," jawabnya, mencakup semua biasnya. Bagus, tiga di atas *W*, benar.

Terlepas dari penggambaran cerdik yang dilakukan oleh guru, jelas bahwa murid-murid itu tidak mengerti bagaimana angka dan huruf bisa bermanfaat di area lain selain lembar kerja sekolah. Ketika guru bertanya di mana lagi ekspresi variabel bisa digunakan di dunia, Patrick menjawab: ketika kita sedang mencoba mengurai masalah matematika. Namun, di lembar kerja matematika sekolah pun mereka masih berusaha mencaritahu jawaban yang benar: dengan menginterogasi gurunya dengan cara yang cerdik.

Guru itu mengelirukan permainan pilihan ganda yang sedang mereka coba kuasai dengan eksplorasi yang produktif. Terkadang, murid-murid membentuk kubu. Dalam urutan dengan suara yang semakin meninggi: "*K* di atas delapan," kata seseorang, "*K* ke dalam delapan," kata yang lain, "*K* dari delapan," kata orang ketiga. Guru tetap ramah dan membesarkan hati bahkan jika mereka tidak berhasil memunculkan jawaban yang benar. "Tak apa," katanya, "kalian sedang berpikir." Namun, yang menjadi masalah adalah cara mereka berpikir.

Kelas tersebut adalah salah satu dari ratusan jam kelas di Amerika Serikat, Asia, dan Eropa yang difilmkan dan dianalisis dalam upaya memahami pengajaran matematika yang efektif. Tidak perlu dikatakan bahwa tiap kelas memang berbeda. Di Belanda, para murid satu per satu memasuki kelas dengan agak terlambat dan menghabiskan sebagian besar waktu di kelas untuk bekerja sendiri. Di Hong Kong, kelasnya mirip dengan kelas di Amerika Serikat: ceramah menghabiskan sebagian besar waktu di kelas. Beberapa negara menggunakan banyak masalah dalam konteks dunia nyata, beberapa lainnya lebih mengandalkan matematika simbolik. Beberapa kelas menahan murid di tempat duduknya, beberapa lainnya meminta murid mendekati papan tulis. Beberapa guru sangat bersemangat, beberapa lainnya lebih tenang. Daftar perbedaannya sangat panjang, tetapi tidak satu pun ciri itu yang berkaitan dengan

perbedaan dalam pencapaian murid. Juga ada beberapa kesamaan. Di setiap ruang kelas di setiap negara, guru mengandalkan dua jenis pertanyaan.

Yang lebih umum adalah pertanyaan-pertanyaan yang "menggunakan prosedur": pada dasarnya melatih sesuatu yang baru saja dipelajari. Misalnya, rumus untuk jumlah sudut-sudut bagian dalam dari suatu poligon (180 × [jumlah sisi poligon - 2]) dan menerapkannya ke beberapa poligon di lembar kerja. Jenis umum lainnya adalah pertanyaan "membuat koneksi", yang menghubungkan murid dengan suatu konsep yang lebih lebar, alih-alih hanya satu prosedur. Itu lebih mirip dengan guru yang bertanya kepada murid *mengapa* rumus itu bisa digunakan atau guru membuat murid mencaritahu apakah rumus itu berlaku untuk setiap poligon, mulai dari segitiga sampai segidelapan. Kedua jenis pertanyaan itu bermanfaat dan keduanya diajukan oleh guru di setiap ruang kelas di setiap negara yang dikaji. Namun, ada suatu perbedaan penting yang muncul pada apa yang dilakukan oleh guru *sesudah* mereka mengajukan masalah pembuatan koneksi.

Alih-alih membiarkan murid bergumul dengan kebingungan, sering kali guru merespons pertanyaan mereka dengan memberi petunjuk sehingga mengubah masalah pembuatan koneksi menjadi penggunaan prosedur. Itulah persisnya yang sedang dilakukan oleh guru karismatik di ruang kelas Amerika. Lindsey Richland—profesor di University of Chicago yang mengkaji pembelajaran—menonton video itu bersama saya dan mengatakan kepada saya bahwa ketika murid-murid bermain pilihan ganda bersama guru, "sebenarnya mereka sedang mencari aturan." Mereka berusaha mengubah sebuah masalah konseptual yang tidak mereka mengerti menjadi masalah prosedural yang bisa mereka laksanakan. "Kita, sebagai manusia, sangat pandai dalam mencoba melakukan sesedikit mungkin pekerjaan yang harus kita lakukan untuk menyelesaikan sebuah tugas," kata Richland kepada saya. Meminta petunjuk ke arah solusi adalah tindakan yang cerdas sekaligus praktis. Masalahnya, dalam

soal konsep-konsep pembelajaran yang bisa diterapkan secara luas, kepraktisan bisa keliru.

Di Amerika Serikat, sekitar seperlima pertanyaan yang dihadirkan kepada murid dimulai sebagai masalah pembuatan koneksi. Namun, saat murid selesai meminta petunjuk dari guru dan menyelesaikan masalah, tidak ada yang tersisa dari masalah pembuatan koneksi itu. Masalah pembuatan koneksi tidak bisa bertahan dalam interaksi di antara guru-murid.

Guru di setiap negara jatuh ke perangkap yang sama, tetapi di negara-negara yang berkinerja lebih tinggi, banyak masalah pembuatan koneksi yang tetap menjadi masalah ketika kelas bergumul untuk menyelesaikannya. Di Jepang, lebih dari separuh masalah adalah tentang pembuatan koneksi, dan separuh dari jumlah itu tetaplah sama di sepanjang proses pemecahan masalah. Satu jam kelas bisa saja hanya diisi oleh satu masalah dengan banyak bagiannya. Ketika seorang murid menawarkan gagasan pemecahan masalah, alih-alih terlibat dalam pilihan ganda, guru meminta ia maju ke papan tulis dan memasang magnet yang bertuliskan nama si murid di sisi gagasan itu. Di akhir kelas, satu masalah di papan tulis yang berukuran seluas dinding berfungsi sebagai sebuah catatan peristiwa dari seorang kapten tentang perjalanan intelektual kolektif kelas, termasuk jalan buntu dan segala yang lain. Pada awalnya, Richland mencoba memberi label pelajaran-pelajaran yang telah direkam itu dengan satu topik dari pelajaran di hari itu, "tetapi kami tidak bisa melakukannya pada kelas Jepang," katanya, "karena Anda bisa terlibat dengan masalah-masalah ini dengan menggunakan begitu banyak konten yang berlainan." (Ada sebuah kata spesifik Jepang untuk menjelaskan penulisan di papan tulis yang melacak hubungan konseptual selama suatu proses penyelesaian masalah kolektif: *bansho*.)

Sama seperti di golf, latihan prosedur memang penting di matematika. Namun, ketika itu adalah satu-satunya strategi pelatihan matematika, itu menjadi masalah. "Murid-murid tidak memandang matematika sebagai sebuah *sistem*," tulis Richland dan rekan-rekan-

nya. Mereka hanya memandangnya sebagai sederet prosedur. Seperti ketika Patrick ditanyai bagaimana ekspresi variabel terhubung ke dunia dan menjawab bahwa itu hanya bermanfaat untuk menjawab pertanyaan di kelas matematika.

Dalam risetnya, Richland dan rekan-rekannya menunjuk derajat pengandalan yang mengejutkan pada para mahasiswa perguruan tinggi—41% dari semua mahasiswa S-1 di Amerika Serikat—pada algoritma hafalan. Ditanya manakah yang lebih besar: *a*/5 atau *a*/8, 53% mahasiswa menjawab dengan benar, itu artinya hanya sedikit lebih baik daripada sekadar menebak. Diminta untuk menjelaskan jawabannya, sering kali mereka menunjuk ke beberapa algoritma. Mereka ingat bahwa mereka harus berfokus pada angka yang ada di bawah, tetapi banyak dari mereka yang ingat bahwa denominator yang lebih besar mengartikan *a*/8 adalah lebih besar daripada *a*/5. Beberapa yang lain ingat bahwa mereka harus mencoba mendapatkan suatu denominator yang sama, tetapi tidak tahu dengan pasti apa sebabnya. Ada mahasiswa yang secara refleks melakukan perkalian silang, karena mereka tahu itulah yang orang lakukan ketika melihat pembagian, meski itu tidak ada relevansinya dengan masalah yang ada. Hanya 15% mahasiswa yang memulai dengan pemikiran konseptual yang luas bahwa jika Anda membagi sesuatu menjadi lima bagian, setiap potongannya akan lebih besar daripada jika Anda membagi benda yang sama menjadi delapan bagian. Setiap orang dari 15% mahasiswa itu menjawab dengan benar.

Beberapa dari mahasiswa sepertinya telah lupa pada pemahaman terhadap angka yang dimiliki oleh sebagian besar anak, misalnya menambahkan dua angka akan memberi Anda angka ketiga, yang terdiri dari kedua angka pertama. Seorang mahasiswa yang diminta untuk memeriksa kebenaran 462 + 253 = 715, mengurangkan 253 dari 715, dan mendapatkan 462. Ketika diminta melakukan strategi yang lain, ia tidak bisa memunculkan gagasan untuk mengurangkan 462 dari 715 untuk melihat kesetaraan dengan 253, karena aturan yang telah ia pelajari adalah mengurangkan angka yang berada di sebelah kanan tanda plus untuk memeriksa jawaban.

Ketika siswa-siswa yang lebih kecil membawa pulang masalah yang mendorong mereka untuk membuat koneksi, kata Richland kepada saya, "Orangtua bertindak seakan mengatakan 'Mari ayah tunjukkan, ada cara yang lebih cepat dan mudah.'" Jika gurunya sendiri belum mengubah masalah pembuatan koneksi itu menjadi latihan penggunaan prosedur, orangtualah yang akan melakukannya, walaupun niatnya baik. Mereka tidak nyaman melihat anak-anak yang bingung, mereka menginginkan anak-anak bisa mengerti dengan cepat dan mudah. Namun, untuk pembelajaran yang lebih langgeng (dan melekat) serta lentur (bisa diterapkan secara luas), *cepat dan mudah*-lah yang justru menjadi masalah.

"Beberapa orang mengatakan bahwa sebagian dari alasan mengapa siswa Amerika Serikat tidak berkinerja terlalu baik secara ukuran internasional dalam pengetahuan di sekolah lanjutan adalah karena mereka berkinerja terlalu baik dalam kelas," kata Nate Kornell—psikolog kognitif di Williams College—kepada saya. "Sebenarnya yang kita inginkan adalah mempermudah untuk mempersulit."

Kornell sedang menjelaskan konsep "kesulitan yang diinginkan", rintangan yang membuat pembelajaran lebih menantang, lebih lambat, dan lebih membuat frustrasi dalam jangka pendek, tetapi lebih bagus untuk jangka panjang. Pemberian petunjuk secara berlebihan—seperti yang terjadi di ruang kelas matematika kelas delapan itu—justru melakukan yang sebaliknya; cara itu mendukung kinerja yang langsung, tetapi menggerogoti kemajuan dalam jangka panjang. Beberapa kesulitan yang diinginkan, yang bisa digunakan di ruang kelas, adalah salah satu metode yang sangat mendukung untuk memajukan pembelajaran, dan guru matematika kelas delapan yang simpatik itu telah tidak sengaja menyubversikan mereka semua, dengan niat baik untuk kemajuan jangka pendek yang langsung terlihat.

Salah satu kesulitan yang diinginkan itu dikenal sebagai "efek menghasilkan". Bergumul untuk menghasilkan jawaban sendiri, bahkan jika jawaban itu salah, akan meningkatkan pembelajaran selanjutnya. Socrates pasti punya niat tertentu ketika ia memaksa murid-muridnya untuk menghasilkan jawaban, alih-alih memberi jawaban kepada mereka. Hal ini mewajibkan pembelajar untuk dengan sengaja mengorbankan kinerja saat ini demi manfaat masa depan.

Kornell dan psikolog Janet Metcalfe menguji murid-murid kelas enam di South Bronx dalam pembelajaran perbendaharaan kata dan meragamkan cara mereka belajar untuk menjelajahi efek menghasilkan. Para murid diberi beberapa kata dan definisi sekaligus. Misalnya, *Membahas sesuatu untuk mencapai kesepakatan: Berunding.* Beberapa murid lainnya hanya diberi definisi dan sedikit waktu untuk memikirkan kata yang tepat, bahkan jika mereka tidak mengenal definisi itu, sebelum definisi itu diungkap maknanya. Ketika mereka diuji di kemudian waktu, para murid dari kelompok kedua berkinerja lebih baik pada kata-kata. Eksperimen ini diulang pada para mahasiswa di Columbia University, dengan kata-kata yang lebih sulit (*Characterized by haughty scorn: Supercilious. Ditandai dengan ejekan yang sombong: Angkuh*). Hasilnya sama. Dipaksa untuk menghasilkan jawaban ternyata meningkatkan pembelajaran selanjutnya jika jawaban yang dihasilkan itu salah. Bahkan jawaban yang sangat salah tetap menolong. Metcalfe dan rekan-rekannya telah berulang kali menunjukkan "efek hiperkoreksi". Semakin seorang pembelajar yakin bahwa jawabannya salah, semakin informasi melekat ketika selanjutnya mereka mempelajari jawaban yang benar. Menoleransi suatu kesalahan besar akan dapat menciptakan peluang pembelajaran yang terbaik.*

* Ini adalah contoh lain di mana penerapan dari olahraga ke area lain bisa menyesatkan. Pada pembelajaran keterampilan motorik, sekali terbentuk, beberapa kebiasaan buruk bisa sangat sulit untuk diubah. Para pelatih elite menghabiskan banyak energi untuk mengubah kebiasaan motorik para atlet yang telah terbentuk bertahun-tahun sebelumnya ketika mereka masih menjadi anak-anak

Kornell telah membantu menunjukkan bahwa manfaat jangka panjang dari diperbolehkannya kesalahan juga berlaku pada primata yang kecerdasannya sedikit di bawah mahasiswa Columbia. Khususnya, bagi Oberon dan Macduff, dua monyet rhesus yang dilatih untuk mempelajari daftar melalui metode coba-coba. Dalam eksperimen yang menakjubkan, Kornell bekerja bersama seorang pakar kognisi hewan guna memberi daftar gambar acak untuk dihafal oleh Oberon dan Macduff dalam urutan tertentu. (Misalnya: sekuntum tulip, segerombol ikan, seekor burung cardinal, Halle Berry, dan seekor gagak.) Gambar-gambar itu dipajang secara bersamaan di layar. Dengan mencoba-coba menekan layar, kedua monyet itu harus mempelajari urutan yang benar lalu melatihnya berulang-ulang. Namun, latihannya tidak dirancang secara sama.

Pada beberapa sesi latihan, Oberon (yang secara umum lebih cerdas) dan Macduff diberi petunjuk secara otomatis di setiap percobaan, yaitu dengan ditunjukkan gambar berikutnya dalam daftar. Untuk daftar yang lain, mereka bisa sengaja menyentuh sebuah kotak petunjuk di layar saat mereka bingung dan ingin ditunjukkan gambar berikutnya. Dan untuk daftar yang lain, mereka bisa meminta petunjuk di separuh upaya latihannya. Dan untuk kelompok terakhir, sama sekali tidak ada petunjuk.

Di sesi latihan di mana petunjuk akan diberi ketika diminta, kedua monyet itu berperilaku seperti manusia. Mereka nyaris selalu meminta petunjuk ketika petunjuk disediakan, dan dengan begitu, mereka berhasil membuat banyak daftar dengan benar. Secara keseluruhan, mereka melakukan 250 percobaan untuk mempelajari setiap daftar gambar.

---

yang dilatih secara berlebihan. Di dunia di luar olahraga, jawaban yang salah dan berulang dapat membangun pembelajaran, sejauh pada akhirnya disediakan jawaban yang benar.

Setelah tiga hari latihan, periset melepas roda-roda latihan. Dimulai pada hari keempat, kedua monyet yang sudah menghafal itu harus mengulang semua daftar dari setiap kondisi pelatihan, tanpa diberi petunjuk sama sekali. Ternyata kinerja mereka berantakan. Oberon hanya benar pada sepertiga daftar. Macduff hanya benar pada lebih sedikit dari satu dari setiap lima daftar. Namun, ada satu pengecualian: daftar gambar yang belum pernah mereka dapatkan petunjuk sama sekali.

Untuk daftar-daftar yang sama sekali tidak berpetunjuk, pada hari pertama latihan, kedua monyet berkinerja sangat buruk. Praktisnya, mereka hanya monyet yang menekan tombol-tombol. Namun, di setiap hari latihan, kinerja mereka membaik secara stabil. Pada hari ujian, Oberon berhasil pada nyaris tiga perempat daftar yang telah ia pelajari tanpa diberi petunjuk. Macduff berhasil di sekitar separuh daftar.

Hasil keseluruhan dari eksperimen ini adalah: semakin banyak petunjuk yang disediakan selama latihan, semakin baik kinerja kedua monyet itu selama latihan dini, dan semakin buruk kinerja mereka di hari ujian. Untuk daftar gambar yang memiliki petunjuk otomatis yang dipelajari oleh Macduff selama tiga hari, ia mendapat angka *nol* untuk keberhasilan di hari ujian. Seakan-akan kedua monyet itu tiba-tiba lupa akan setiap daftar gambar yang telah mereka latih bersama petunjuk. Kesimpulan kajian ini sederhana: "pelatihan bersama petunjuk tidak menghasilkan pembelajaran yang langgeng."

Pelatihan tanpa pemberian petunjuk adalah pelatihan yang lambat dan penuh dengan kesalahan. Pada dasarnya, itulah yang normalnya kita anggap sebagai tes atau ujian, hanya saja tujuannya adalah pembelajaran, bukan evaluasi—hanya saja, "tes" atau "ujian" telah menjadi sebuah kata yang sangat menakutkan. Guru matematika kelas delapan itu pada dasarnya sedang menguji murid-murid di kelasnya, tetapi ia memfasilitasi atau langsung memberi jawaban.

Ketika digunakan untuk pembelajaran, tes atau pengujian—termasuk pengujian sendiri—adalah kesulitan yang diinginkan. Bahkan jika pengujian itu dilakukan sebelum pembelajaran, di saat ketika jawabannya pasti salah. Dalam salah satu eksperimen Kornell, partisipan diminta mempelajari pasangan kata dan kelak diuji untuk ingatannya. Saat ujian, kinerja terbaik mereka adalah pada pasangan kata yang mereka pelajari melalui latihan menebak, bahkan jika saat itu tebakan mereka salah. Perjuangan untuk mencari informasi akan menyiapkan otak untuk pembelajaran selanjutnya, bahkan ketika pencarian informasi awal itu gagal. Perjuangan itu nyata dan sangat berguna. "Seperti hidup," tulis Kornell dan timnya, "pencarian adalah soal perjalanan."

Jika murid-murid kelas delapan itu menjalani rencana akademis yang tipikal selama satu tahun ajaran sekolah, itu adalah persis sebaliknya dari apa yang dianjurkan oleh sains untuk pembelajaran yang langgeng—mungkin satu topik selama seminggu dan topik lain selama minggu berikutnya. Seperti banyak upaya perkembangan profesional, setiap konsep atau keterampilan tertentu mendapat fokus yang dalam pada satu periode waktu yang singkat, lalu berlanjut ke konsep atau keterampilan yang lain dan tidak pernah kembali. Struktur itu menumbuhkan intuisi, tetapi melewatkan satu kesulitan yang diinginkan lainnya: yaitu "penjarakan" atau latihan yang tersebar.

Hal ini adalah soal memberi jeda di antara sesi-sesi latihan untuk bahan pelajaran yang sama. Mungkin ini bisa disebut sengaja tidak berlatih di antara latihan yang disengaja. "Memang ada batas waktu dari berapa lama Anda harus menunggu," kata Kornell kepada saya, "tetapi batas waktu ini lebih lama daripada yang orang-orang pikir. Ini berlaku untuk apa pun, apakah itu mempelajari perbendaharaan kata bahasa asing atau belajar menerbangkan pesawat, semakin sulit, semakin banyak Anda belajar." Jarak di antara sesi-sesi latihan

menciptakan kesulitan yang meningkatkan pembelajaran. Sebuah kajian memisahkan pembelajar kata-kata Spanyol dalam dua kelompok—satu kelompok yang mempelajari perbendaharaan kata lalu diuji pada hari yang sama dan kelompok kedua yang mempelajari perbendaharaan kata tetapi diuji sebulan kemudian. Delapan tahun kemudian, tanpa pelajaran di antaranya, kelompok kedua bisa mengingat 250% lebih banyak. Untuk satu periode waktu dari pelajaran bahasa Spanyol, pemberian jarak menjadikan pembelajaran itu lebih produktif dengan mempermudah untuk menyulitkannya.

Sebenarnya tidak diperlukan waktu selama itu untuk melihat efek dari penjarakan. Para periset Iowa State membacakan daftar kata-kata kepada beberapa orang, lalu meminta daftar itu diucapkan kembali secara langsung, sesudah lima belas detik latihan mengulang, atau sesudah lima belas detik melakukan soal matematika sederhana yang menghalangi latihan pengulangan. Partisipan yang berkinerja terbaik adalah partisipan yang diperbolehkan mengulang daftar segera setelah mendengarnya. Partisipan yang mendapat lima belas detik untuk berlatih mengulang menduduki tempat kedua. Partisipan yang pikirannya dialihkan oleh soal matematika menduduki tempat terakhir. Kelak, ketika semua orang berpikir bahwa mereka telah selesai, mereka dikejutkan oleh kuis mendadak: tulis setiap kata yang bisa Anda ingat dari daftar. Tiba-tiba, kelompok terburuklah yang menjadi kelompok terbaik. Latihan pengulangan jangka pendek menghasilkan manfaat yang murni jangka pendek. Perjuangan untuk menyimpan informasi lalu mengingatnya kembali telah membantu kelompok ketiga yang telah teralihkan oleh soal matematika untuk memindahkan informasi dari ingatan jangka pendek ke ingatan jangka panjang. Kelompok pertama dan kedua—yang telah mendapat peluang latihan untuk mengingat—nyaris tidak mengingat apa pun di kuis mendadak itu. Ternyata, pengulangan tidaklah sepenting perjuangan.

Menjawab dengan benar saat belajar bukanlah hal yang buruk. Hanya saja, sebaiknya kemajuan tidak terjadi terlalu cepat,

kecuali jika pembelajar ingin berakhir seperti Oberon (atau lebih parah lagi, seperti Macduff) dengan ilusi pengetahuan yang malah menguap ketika dibutuhkan. Seperti pada pemberian petunjuk yang berlebihan, pembelajaran yang terlalu cepat akan—seperti yang dikatakan oleh sekelompok psikolog—"menghasilkan penguasaan langsung tingkat tinggi yang ilusif, yang tidak akan bertahan dalam suatu periode waktu yang cukup panjang." Untuk jumlah materi pelajaran tertentu, pembelajaran akan paling efisien dalam jangka panjang ketika ia tidak efisien dalam jangka pendek. Jika Anda berkinerja terlalu baik ketika Anda menguji diri sendiri, jalan keluarnya adalah menunggu lebih lama sebelum melatih kembali materi yang sama, sehingga ujian itu akan lebih sulit ketika Anda melakukannya. Frustrasi bukanlah tanda bahwa Anda sedang tidak belajar, kemudahanlah yang menandakan Anda sedang tidak belajar.

Berbagai platform internet seperti Medium dan LinkedIn dipenuhi dengan unggahan tentang teknik-teknik pembelajaran yang baru—tetapi tidak memiliki dukungan riset—yang mengiklankan kemajuan pembelajaran yang luar biasa cepat, mulai dari suplemen makanan khusus sampai aplikasi "pelatihan otak" dan isyarat suara yang dimaksudkan untuk mengubah gelombang otak. Pada 2007, U.S. Department of Education menerbitkan laporan yang dibuat oleh enam saintis dan seorang guru terkenal yang diminta untuk mengenali strategi pembelajaran yang benar-benar memiliki latar belakang ilmiah. Penjarakan, pengujian, dan penggunaan pertanyaan pembuatan koneksi berada di daftar mereka yang sangat pendek. Ketiganya melemahkan kinerja jangka pendek.

Seperti dengan pertanyaan pembuatan koneksi yang dikaji oleh Richland, orang sulit menerima bahwa jalan pembelajaran yang terbaik adalah jalan yang lambat, dan bahwa kinerja buruk saat awal akan penting bagi kinerja yang lebih baik di masa depan. Kedengarannya begitu sulit untuk diterima bahkan oleh pembelajar itu sendiri, sehingga mereka meragukan kemajuan mereka sendiri

maupun keterampilan guru. Pembuktiannya membutuhkan sebuah kajian yang luar biasa unik. Kajian yang hanya bisa dilakukan oleh suatu lembaga seperti U.S. Air Force Academy.

Sebagai imbalan atas beasiswa penuh, para kadet di Air Force Academy berkomitmen untuk melayani sebagai perwira militer selama paling sedikit delapan tahun setelah kelulusan.* Mereka menjalani program akademik yang sangat terstruktur dan keras, penuh dengan pelajaran sains dan teknik, termasuk paling sedikit tiga kursus matematika untuk setiap siswa.

Setiap tahun, suatu algoritma secara acak menetapkan kadet baru ke kelas-kelas mata pelajaran Kalkulus I, masing-masing kelas itu berisi sekitar dua puluh murid. Untuk memeriksa dampak dari para profesor, dua ekonom menyusun data dari lebih dari sepuluh ribu kadet yang secara acak telah ditugaskan ke kelas-kelas kalkulus yang diajar oleh 421 profesor yang berlainan dalam kurun waktu sepuluh tahun. Setiap kelas itu menggunakan kurikulum yang sama, ujian yang sama, dan formulir evaluasi profesor pascakursus yang sama untuk diisi oleh setiap kadet.

Setelah mata pelajaran Kalkulus I, para murid kembali ditetapkan secara acak ke kelas-kelas Kalkulus II, dan sekali lagi dengan kurikulum dan ujian yang sama, lalu dialihkan lagi ke mata pelajaran matematika, sains, dan teknik yang lebih lanjut. Para ekonom memastikan bahwa nilai ujian dan peringkat SMA yang telah distandardisasi disebar secara merata ke seluruh kelas, sehingga para profesor menghadapi tantangan yang serupa. Akademi itu bahkan menstandardisasikan prosedur pemeringkat ujian, sehingga setiap murid dievaluasi dengan cara yang sama. "Para profesor yang berpotensi akan berempati," tulis para ekonom, "tidak melakukan pembedaan untuk membuat peringkat murid." Ini penting, karena

* Lima tahun di antaranya harus dinas aktif.

periset ingin melihat perbedaan yang diciptakan oleh para profesor secara perorangan.

Tidak mengejutkan, ada sekelompok profesor Kalkulus I yang pengajarannya paling mendukung kinerja para murid di ujian Kalkulus I, dan yang mendapat peringkat evaluasi sangat baik dari para murid. Sekelompok profesor lain secara konsisten tidak meningkatkan kinerja murid di ujian, dan para murid memberi evaluasi yang lebih keras kepada mereka. Namun, ketika para ekonom mencermati ukuran yang lain, ukuran tambahan nilai jangka panjang yang diberikan oleh profesor—bagaimana kinerja para murid di kursus matematika dan teknik tingkat lanjut yang menetapkan prasyarat pelajaran Kalkulus I—hasilnya sangat mengejutkan. Para profesor Kalkulus I yang paling baik dalam mempromosikan pencapaian yang berlebihan dari murid-murid kelasnya sendiri ternyata tidaklah hebat bagi muridnya untuk jangka panjang. "Para profesor yang unggul dalam mempromosikan pencapaian kontemporer muridnya," tulis para ekonom, "rata-rata mencederai kinerja lanjutan dari muridnya di kelas yang lebih lanjut." Apa yang tampak sebagai awal yang unggul ternyata menguap.

Para ekonom menunjukkan bahwa profesor yang menimbulkan perjuangan jangka pendek tetapi keunggulan jangka panjang memfasilitasi "pembelajaran yang mendalam" dengan membuat koneksi. Mereka "melebarkan kurikulum dan menghasilkan pengertian yang lebih mendalam dari materi pelajaran kepada murid." Ini juga membuat kursus mereka lebih sulit dan lebih membuat frustrasi, seperti yang terbukti oleh nilai ujian Kalkulus I yang lebih rendah pada murid-murid itu dan evaluasi yang lebih keras dari murid kepada profesornya. Dan sebaliknya, profesor kalkulus yang mendapat peringkat terendah dalam hal pembelajaran yang mendalam dari 421 profesor yang dikaji—artinya, murid-muridnya berkinerja buruk di kelas lanjutan—berada di peringkat keenam dalam evaluasi murid, dan ketujuh di kinerja murid-muridnya selama kelasnya sendiri. Para murid menilai profesor berdasarkan kinerja

mereka pada ujian-ujian *di saat ini juga*—dan ini adalah ukuran yang buruk dari seberapa bagusnya profesor menyiapkan mereka untuk perkembangan di masa lanjut—jadi mereka memberi nilai evaluasi terbaik kepada profesor yang justru paling sedikit memberi manfaat jangka panjang. Para ekonom itu menyimpulkan bahwa sebenarnya para murid itu secara selektif *menghukum* profesor yang terbanyak memberi manfaat jangka panjang. Selaras dengan itu, para murid Kalkulus I yang profesornya memiliki lebih sedikit kualifikasi dan pengalaman justru mendapat nilai lebih baik di kelas. Sementara itu, murid dari profesor yang lebih berkualifikasi dan berpengalaman mengalami kesulitan di kelas Kalkulus I, tetapi berkinerja lebih baik di kelas-kelas lanjutan.

Sebuah kajian serupa dilakukan di Bocconi University, Italia, pada seribu dua ratus mahasiswa tahun pertama yang secara acak ditetapkan ke kelas-kelas pengantar untuk mata pelajaran manajemen, ekonomi, atau hukum, lalu ke kelas-kelas lanjutan dalam urutan yang telah ditetapkan dalam kurun waktu empat tahun. Hasil kajian itu menunjukkan pola yang persis sama. Para profesor yang membimbing muridnya ke pencapaian yang berlebihan di kelasnya sendiri mendapat peringkat yang tinggi dari muridnya dan menggerogoti kinerja murid dalam jangka panjang.

Psikolog Robert Bjork pertama kali menggunakan istilah "kesulitan yang diinginkan" pada 1994. Dua puluh tahun kemudian, ia dan rekannya menutup sebuah bab buku tentang penerapan ilmu pembelajaran dengan kata-kata: "Di atas segalanya, pesan yang paling mendasar adalah bahwa profesor dan murid harus menghindari pemaknaan kinerja saat ini sebagai pembelajaran. Kinerja yang baik pada suatu ujian selama proses pembelajaran dapat menunjukkan penguasaan, tetapi pembelajar dan profesor perlu menyadari bahwa kinerja seperti itu sering kali hanyalah penunjuk, kemajuan yang cepat tetapi sekilas."

Inilah sisi terangnya: selama empat puluh tahun terakhir, pada survei nasional, orang Amerika semakin mengatakan bahwa murid-murid masa kini mendapat pendidikan yang lebih buruk dibandingkan mereka sendiri, dan mereka keliru. Nilai-nilai dari National Assessment of Educational Progress, "kartu rapor bangsa", telah naik dengan stabil sejak 1970-an. Tidak bisa diragukan bahwa murid-murid masa kini memiliki penguasaan keterampilan dasar yang lebih unggul dibandingkan murid masa lalu. Sekolah tidak menjadi lebih buruk. Tujuan pendidikan telah menjadi lebih agung.

Ekonom pendidikan Greg Duncan—salah satu profesor pendidikan yang paling berpengaruh di dunia—telah mendokumentasikan tren ini. Fokus pada masalah "penggunaan prosedur" telah bekerja dengan baik empat puluh tahun yang lalu ketika dunia dibanjiri pekerjaan yang membayar gaji kelas menengah untuk tugas-tugas prosedural, seperti mengetik, mengarsipkan, dan bekerja di jalur perakitan. Menurut Duncan, "Semakin banyak pekerjaan bergaji tinggi yang mewajibkan pegawai untuk bisa menyelesaikan masalah yang tidak terduga, sering kali sambil bekerja dalam kelompok .... Pada gilirannya, pergeseran kebutuhan tenaga kerja ini memberi tuntutan yang baru dan semakin ketat pada sekolah-sekolah."

Berikut adalah sebuah pertanyaan matematika dari tes keterampilan dasar untuk semua murid kelas enam sekolah negeri di Massachusetts pada awal 1980-an:

> Carol bisa mengayuh sepedanya 16 kilometer per jam. Jika Carol mengayuh sepedanya ke toko, berapa lama waktu yang dibutuhkan?
>
> Untuk menyelesaikan masalah ini, Anda perlu mengetahui:
> A) Berapa jauh toko itu.
> B) Jenis sepeda yang dimiliki Carol.
> C) Jam berapa Carol akan berangkat.
> D) Berapa banyak yang uang yang bisa dibelanjakan oleh Carol.

Dan berikut adalah pertanyaan yang didapatkan oleh murid Massachusetts kelas enam pada 2011:

Paige, Rosie, dan Cheryl masing-masing menghabiskan $9.00 di warung yang sama.

- Paige membeli 3 kantong kacang.
- Rosie membeli 2 kantong kacang dan 2 *pretzel*.
- Cheryl membeli 1 kantong kacang, 1 *pretzel*, dan 1 susu kocok.

A. Berapa harga satu kantong kacang dalam dolar? Tunjukkan atau jelaskan bagaimana Anda mendapat jawaban itu.
B. Berapa harga 1 *pretzel* dalam dolar? Tunjukkan atau jelaskan bagaimana Anda mendapat jawaban itu.
C. Berapa *pretzel* yang bisa dibeli dengan harga 1 susu kocok? Tunjukkan atau jelaskan bagaimana Anda mendapat jawaban itu.

Untuk setiap masalah seperti masalah yang pertama, rumus sederhana "jarak = kecepatan × waktu" dapat dihafal dan diterapkan. Masalah yang kedua memerlukan hubungan dari beberapa konsep yang kemudian diterapkan ke situasi yang baru. Strategi pengajaran yang telah dialami oleh para guru masa kini ketika mereka masih menjadi murid sudah tidak cukup memadai lagi. Pengetahuan bukan saja harus semakin tahan lama, tetapi juga fleksibel—melekat serta bisa diterapkan secara luas.

Menjelang akhir dari kelas matematika kelas delapan yang saya tonton bersama Lindsey Richland, para murid mengerjakan lembar kerja yang disebut oleh para psikolog sebagai latihan "blok", yaitu melatih hal yang sama secara berulang-ulang, setiap soal memberlakukan prosedur yang sama. Ini menjurus ke kinerja langsung yang sangat bagus, tetapi agar pengetahuan menjadi fleksibel, ia harus

dipelajari di berbagai kondisi, dan pendekatannya disebut latihan beragam atau latihan campuran, atau periset menyebutnya latihan "tersebar".

Latihan tersebar terbukti meningkatkan pemikiran induktif. Ketika dihadirkan berbagai contoh yang dicampur jadi satu, murid belajar menciptakan generalisasi abstrak yang memungkinkan mereka untuk menerapkan apa yang telah mereka pelajari terhadap materi yang belum pernah mereka jumpai sebelumnya. Misalnya, katakanlah Anda berencana mengunjungi museum dan ingin bisa mengenali seniman dari beberapa lukisan (Cézanne, Picasso, atau Renoir) yang ada di sana yang belum pernah Anda lihat sebelumnya. Sebelum Anda pergi, alih-alih mempelajari setumpuk kartu lukisan Cézanne, setumpuk kartu lukisan Picasso, lalu setumpuk kartu lukisan Renoir, seharusnya Anda menumpuk semuanya menjadi satu dan mengocoknya agar mereka saling tersebar. Anda akan mengalami lebih banyak kesulitan (dan mungkin lebih tidak percaya diri) selama latihan, tetapi memiliki bekal yang lebih lengkap untuk mengenali setiap gaya pelukis, bahkan untuk lukisan yang tidak tercantum di kartu.

Di sebuah kajian yang menggunakan soal-soal matematika perguruan tinggi, mahasiswa yang belajar dengan latihan blok—semua contoh dari satu jenis soal yang sama—berkinerja jauh lebih buruk saat ujian daripada mahasiswa yang mempelajari soal yang sama tetapi dicampur aduk. Mahasiswa yang berlatih blok mempelajari prosedur untuk setiap jenis soal melalui pengulangan. Mahasiswa yang berlatih campuran mempelajari cara membedakan jenis-jenis soal.

Efek yang sama telah muncul di antara pembelajar yang sedang mempelajari segala sesuatu mulai dari pengenalan spesies kupu-kupu sampai diagnosis kelainan psikologis. Riset pada simulasi pertahanan udara angkatan laut, orang-orang yang terlibat dalam latihan campuran berkinerja lebih buruk daripada orang-orang yang berlatih blok selama latihan, ketika mereka harus merespons

berbagai skenario potensi ancaman yang dalam kurun waktu pelatihan menjadi skenario yang tidak asing. Saat ujian, setiap orang menghadapi skenario yang baru, dan kelompok latihan campuran mengalahkan kelompok latihan blok.

Meskipun demikian, latihan tersebar cenderung mengelabui pembelajar tentang kemajuannya sendiri. Dalam salah satu kajian latihan tersebar dari Kornell dan Bjork, 80% murid merasa yakin mereka telah belajar lebih baik dengan latihan blok daripada latihan campuran, padahal kinerja dari 80% murid itu membuktikan hal yang sebaliknya. Ternyata, perasaan belajar itu didasarkan pada kemajuan yang ada di depan mata, sedangkan pembelajaran yang mendalam tidak didasarkan para kemajuan yang langsung. "Ketika intuisi Anda mengatakan latihan blok," kata Kornell kepada saya, "mungkin justru seharusnya Anda melakukan latihan tersebar."

Latihan tersebar adalah suatu kesulitan yang diinginkan yang berlaku untuk keterampilan fisik dan mental. Contohnya pada suatu keterampilan motorik sederhana adalah sebuah eksperimen di mana murid-murid piano diminta untuk belajar melakukan lompatan tangan kiri yang menyeberangi lima belas tuts piano dalam waktu seperlima detik. Mereka diperbolehkan mencoba 190 kali. Beberapa murid menggunakan seluruh peluang itu untuk berlatih melompati lima belas tuts, sementara beberapa lainnya beralih-alih di antara delapan, dua belas, lima belas, dan dua puluh dua lompatan. Ketika para murid itu diundang kembali untuk ujian, murid-murid yang telah melakukan latihan campuran berkinerja lebih cepat dan akurat pada lompatan lima belas tuts dibandingkan murid-murid yang hanya berlatih lima belas lompatan. Pencetus istilah "kesulitan yang diinginkan" itu sendiri, Robert Bjork, pernah mengomentari kesulitan lemparan bebas Shaquille O'Neal dengan mengatakan bahwa alih-alih terus berlatih dari garis lemparan bebas, seharusnya O'Neal berlatih satu kaki di depan atau di belakang garis itu untuk mempelajari modulasi motorik yang ia perlukan.

Terlepas dari apakah itu tugas mental atau fisik, latihan yang tersebar meningkatkan kemampuan untuk mencocokkan strategi yang benar dengan suatu masalah. Dan itu adalah ciri utama dari pemecahan masalah yang terampil. Apakah itu kimiawan, fisikawan, atau saintis politik, penyelesai masalah yang paling sukses akan mencurahkan energi mental untuk mencaritahu jenis masalah yang sedang dihadapi sebelum mencari strategi yang cocok, alih-alih langsung mencebur dengan prosedur hafalan. Dengan begitu, mereka nyaris adalah kebalikan dari para pakar yang berkembang di lingkungan pembelajaran yang ramah, misalnya para master catur, yang sangat mengandalkan intuisi. Para pakar di lingkungan pembelajaran yang ramah memilih sebuah strategi lalu mengevaluasi; para pakar di lingkungan yang "culas" yang tidak terlalu berulang akan mengevaluasi lalu memilih.

Kesulitan yang diinginkan—seperti pengujian dan penjarakan—membuat pengetahuan lebih melekat. Pengetahuan itu menjadi tahan lama. Kesulitan yang diinginkan seperti pembuatan koneksi dan penyebaran menjadikan pengetahuan itu fleksibel, berguna untuk masalah-masalah yang tidak pernah muncul dalam pelatihan. Semuanya memperlambat pembelajaran dan menurunkan kinerja dalam jangka pendek. Itu bisa menjadi masalah, karena seperti para kadet US Air Force, secara refleks, kita menilai kemajuan dengan kinerja kita *saat ini*. Dan seperti para kadet itu, sering kali kita salah.

Pada 2017, Greg Duncan—seorang ekonom pendidikan—bersama psikolog Drew Bailey dan rekan-rekannya mengkaji enam puluh tujuh program pendidikan masa kanak-kanak dini yang dimaksudkan untuk mendorong pencapaian akademik. Program-program seperti Head Start memang memberi keunggulan saat dini, tetapi hanya dalam hal akademik. Para periset menemukan efek "memudar" yang sangat luas, di mana keunggulan akademik yang bersifat sementara kemudian memudar dengan cepat

dan sering kali lenyap total. Gambaran grafiknya tampak ganjil, seperti grafik yang menunjukkan para calon atlet elite mengejar ketinggalan dari sebayanya yang telah unggul di saat dini berkat latihan yang disengaja.

Alasannya, kata periset menyimpulkan, program-program pendidikan masa kanak-kanak dini mengajar keterampilan "tertutup" yang bisa didapatkan dengan cepat melalui pengulangan prosedur, tetapi bagaimanapun, keterampilan itu akan dipelajari oleh semua orang pada suatu saat dalam hidupnya. Pudarnya keunggulan itu bukanlah menghilangnya keterampilan, tetapi karena semua orang lain mengejar ketinggalan. Misalnya, keterampilan motorik dalam mengajar anak untuk berjalan lebih dini. Semua orang kelak akan belajar berjalan, meski untuk sementara keunggulan itu tampak mengesankan, tidak ada bukti bahwa mempercepat anak untuk berjalan adalah sesuatu yang penting.

Tim riset menganjurkan bahwa jika suatu program ingin menanamkan manfaat akademik yang langgeng, program itu harus berfokus pada keterampilan "terbuka" yang kelak menjadi kerangka bagi pengetahuan. Mengajar anak-anak untuk membaca lebih dini bukanlah suatu keunggulan yang langgeng. Mengajar mereka untuk mencari dan menghubungkan petunjuk kontekstual guna memahami apa yang mereka bacalah yang akan bisa menjadi keunggulan yang langgeng. Seperti pada semua kesulitan yang diinginkan, masalahnya adalah keunggulan saat dini bisa muncul dengan cepat, tetapi pembelajaran yang mendalam akan lambat. "Pertumbuhan yang paling lambat," tulis para periset, terjadi "untuk keterampilan yang paling kompleks."

Duncan diliput di acara televisi *Today* yang membahas penemuan timnya. Pendapat yang menentang Duncan datang dari para orangtua dan seorang guru taman kanak-kanak yang percaya diri bahwa mereka bisa *melihat* kemajuan seorang anak. Itu tidak bisa dipertentangkan. Namun, pertanyaannya, seberapa baiknya kemajuan itu bisa menilai dampak pada pembelajaran di masa depan, dan

bukti mengatakan, seperti pada para kadet US Air Force, bahwa jawabannya tidak terlalu baik.*

Kemajuan di depan mata akan menguatkan naluri untuk melakukan lebih banyak hal yang sama, tetapi persis seperti kasus dokter spesialis tifus, umpan balik bisa mengajarkan pelajaran yang salah. Belajar dengan mendalam berarti belajar dengan perlahan. Mitos keunggulan di saat dini telah gagal melayani pembelajar yang ingin dilayaninya.

Pengetahuan dengan kegunaan yang tahan lama haruslah fleksibel, terdiri dari skema-skema mental yang bisa dicocokkan dengan masalah baru. Para perwira US Air Force maya di simulasi pertahanan udara dan murid-murid matematika yang terlibat dalam latihan tersebar sedang belajar mengenali kesamaan struktural yang mendalam di berbagai jenis masalah. Mereka tidak bisa mengandalkan pengulangan jenis masalah yang sama, jadi mereka harus mengenali hubungan konseptual pada latar belakang simulasi ancaman perang atau soal-soal matematika yang belum pernah mereka lihat sebelumnya. Lalu, mereka mencocokkan suatu strategi ke setiap masalah baru. Ketika suatu struktur pengetahuan begitu fleksibel sehingga bisa diterapkan secara efektif bahkan ke area-area baru atau situasi yang sangat baru, ia disebut "pemindahan jauh".

Ada sejenis pemikiran yang memungkinkan pemindahan jauh—jenis yang tidak bisa dilakukan oleh penduduk desa Uzbek dari

---

* Dua dari program pendidikan intensif masa kanak-kanak dini yang paling terkenal menunjukkan pola pemudaran pada beberapa ukuran kognitif yang sebenarnya ingin mereka tingkatkan, tetapi juga menunjukkan beberapa manfaat sosial jangka panjang, misalnya berkurangnya angka pemenjaraan. Bahkan ketika efek akademik yang diniatkan kelak menghilang, sepertinya suatu program yang luas dari interaksi positif antara orang dewasa dan anak-anak bisa meninggalkan jejak yang langgeng. Menurut pendapat saya, program-program olahraga kaum muda harus memperhatikan: interaksi antara pelatih dan atlet mungkin bisa lebih langgeng dibandingkan keunggulan sementara dari awal yang lebih dini pada keterampilan tertutup.

penelitian Alexander Luria—dan yang bisa tampak di luar jangkauan persis karena seberapa jauhnya ia bisa memindahkan. Dan ini adalah suatu modus pemikiran luas yang tidak cukup banyak dilakukan oleh kita.

BAB 5

Berpikir di Luar Pengalaman

ABAD KETUJUH BELAS sedang menjelang. Semesta terdiri dari benda-benda langit yang bergerak mengitari Bumi yang diam dan diberdayakan oleh roh-roh individual, jiwa-jiwa planet yang tak bisa dijelaskan. Nicolaus Copernicus—astronom Polandia—telah mengusulkan gagasan bahwa planet-planet mengitari matahari, tetapi gagasan itu masih begitu aneh sehingga Giordano Bruno—filsuf Italia—dilarang untuk mengajarkannya dan kelak dibakar hidup-hidup sebagai penganut bidah karena bersiteguh bahwa ada matahari lain yang dikitari oleh planet lain.

Roh-roh mereka mungkin menggerakkan, tetapi planet-planet juga membutuhkan kendaraan untuk bergerak, jadi mereka dianggap menumpang roda-roda transparan. Roda-roda ini tidak bisa dilihat dari Bumi dan saling mengunci, seperti roda-roda dari jam, untuk menghasilkan gerakan kolektif dengan kecepatan yang menetap untuk selama-lamanya. Plato dan Aristoteles telah meletakkan landasan untuk model yang telah diterima ini, dan model ini mendominasi selama dua ribu tahun. Semesta seperti roda-roda jam itulah yang diwarisi oleh astronom Jerman Johannes Kepler. Pada mulanya, ia menerimanya.

Ketika konstelasi Cassiopeia tiba-tiba mendapatkan sebuah bintang baru (sebenarnya itu adalah sebuah supernova, ledakan terang

di akhir kehidupan suatu bintang), Kepler mengenali bahwa gagasan tentang langit yang tidak berubah tidaklah mungkin benar. Beberapa tahun kemudian, sebuah komet melintasi langit Eropa. Bukankah itu akan meretakkan roda-roda transparan saat ia melesat? Kepler bertanya-tanya. Ia mulai meragukan kearifan yang sudah diterima selama dua milenium.

Pada 1596, ketika memasuki usia dua puluh lima tahun, Kepler telah menerima model Copernicus tentang planet-planet yang mengorbit matahari, dan sekarang ia menghadirkan pertanyaan besar lainnya: Mengapa planet-planet yang lebih jauh dari matahari bergerak lebih lambat? Mungkinkah planet-planet yang lebih jauh itu memiliki "jiwa penggerak" yang lebih lemah. Namun, mengapa begitu? Apa hanya karena kebetulan? Alih-alih banyak roh, pikirnya, mungkin hanya ada satu roh, di dalam matahari, yang karena satu dan lain sebab bertindak lebih kuat pada planet-planet yang lebih dekat dengannya. Pemikiran Kepler sangat jauh di luar batas-batas pemikiran sebelumnya sehingga tidak ada bukti yang bisa ia olah. Ia harus menggunakan analogi.

Bisa diperkirakan bahwa bau dan panas akan memudar ketika semakin jauh dari sumbernya, berarti begitu pula dengan daya penggerak planet yang misterius dari matahari. Namun, bau dan panas juga bisa dikenali di mana-mana di sepanjang jalannya, sedangkan jiwa penggerak dari matahari, tulis Kepler, "dituang ke seluruh dunia, tetapi tidak hadir di sembarang tempat kecuali di tempat di mana ada sesuatu yang bisa digerakkan." Adakah bukti dari kehadiran seperti itu?

Cahaya "bersarang di matahari," tulis Kepler, tetapi sepertinya tidak hadir di antara sumbernya dan benda yang diteranginya. Jika cahaya bisa melakukan itu, begitu pula beberapa entitas fisikal lainnya. Ia mulai menggunakan kata-kata "daya" atau "kekuatan" alih-alih "jiwa" dan "roh". Gagasan "daya penggerak" yang dicetuskan Kepler adalah pendahulu dari gravitasi, suatu lompatan mental yang menakjubkan karena muncul sebelum sains merangkul gagasan daya fisikal yang beraksi di seluruh semesta.

Mengingat sepertinya daya penggerak itu memancar dari matahari dan menyebar di angkasa, Kepler bertanya-tanya apakah cahaya itu sendiri atau beberapa daya mirip cahaya yang menyebabkan gerakan planet. Lalu, bisakah daya penggerak itu dihalangi seperti cahaya? Gerakan planet tidak berhenti selama gerhana, pikir Kepler, jadi daya penggerak itu tidak bisa seperti cahaya atau bergantung pada cahaya. Jadi, ia membutuhkan sebuah analogi yang baru.

Kepler membaca penjelasan tentang magnetisme yang baru saja dipublikasikan, dan berpikir mungkin planet-planet itu seperti magnet, dengan kutub-kutub di kedua ujungnya. Ia menyadari bahwa setiap planet bergerak lebih perlahan ketika berada di ujung terjauh di orbitnya dari matahari, jadi mungkin planet-planet dan matahari saling menarik dan menolak tergantung pada kutub mana yang berada lebih dekat. Itu mungkin menjelaskan mengapa planet-planet bergerak ke arah dan menjauh dari matahari, tetapi mengapa mereka terus bergerak maju di dalam orbitnya? Sepertinya daya matahari juga mendorong mereka maju. Kepler berlanjut ke analogi berikutnya.

Matahari berputar di porosnya dan menciptakan riak daya penggerak yang membuat planet terputar-putar seperti perahu diterpa pusaran arus. Kepler menyukai gagasan itu, tetapi itu memunculkan masalah baru. Ia menyadari bahwa orbit-orbit itu bukanlah lingkaran yang sempurna, jadi arus aneh seperti apa yang diciptakan oleh matahari? Analogi arus riak itu tidak lengkap tanpa awak perahu.

Awak perahu di sungai yang arusnya berpusar dapat mengemudikan perahu tegak lurus terhadap arus, jadi mungkin planet-planet juga bisa dikemudikan di arus matahari, pikir Kepler. Suatu arus yang berputar dapat menjelaskan mengapa semua planet bergerak ke arah yang sama, lalu setiap planet dikemudikan di tengah arus itu agar tidak tersedot ke tengah pusaran, dan itulah sebabnya lingkaran orbit tidak benar-benar bulat. Lalu siapa kapten yang mengemudikan setiap perahu? Itu mengembalikan Kepler kepada roh-roh, dan ia tidak senang. "Kepler," tulisnya kepada dirinya sendiri, "apakah lalu kau akan memberi dua mata kepada setiap planet?"

Setiap kali mengalami kemandekan, Kepler membuat berbagai analogi. Bukan hanya cahaya, panas, bau, arus, dan awak perahu, tetapi juga optik lensa, timbangan, sapu, magnet, sapu magnetik, orator yang menatap kerumunan orang, dan lebih banyak lagi. Ia menginterogasi setiap analogi itu tanpa ampun, setiap kali mengajukan pertanyaan baru.

Pada akhirnya ia memutuskan bahwa benda-benda langit itu saling menarik dan benda yang lebih besar menarik lebih kuat. Hal ini menuntunnya pada klaim (yang benar) bahwa bulan memengaruhi pasang surut di Bumi. Galileo, perwujudan dari kebenaran yang berani, mengejek Kepler untuk gagasan konyol "dominasi bulan atas air."

Penjelajahan intelektual Kepler melacak begitu banyak perjalanan, mulai dari planet yang dihuni jiwa dan mengendarai roda-roda transparan yang saling mengunci dalam lingkaran sempurna di sekitar Bumi yang diam sampai pencerahan hukum-hukum gerakan planet yang menunjukkan bahwa planet-planet bergerak dalam lingkaran lonjong yang bisa diramalkan berdasarkan relasinya dengan matahari.

Yang lebih penting, Kepler menciptakan astrofisika. Ia tidak mewarisi gagasan dari daya fisikal universal. Saat itu tidak ada konsep gravitasi sebagai suatu daya, dan ia tidak punya gagasan tentang momentum yang membuat planet tetap bergerak. Ia hanya punya analogi. Ia menjadi penemu pertama dari hukum-hukum fisika penyebab fenomena di langit, dan ia menyadari itu. "Kalian, fisikawan," tulisnya ketika menerbitkan hukum gerak planetnya, "pasang telinga, karena sekarang kami akan menyusup ke wilayah kalian." Judul dari karya besarnya: *A New Astronomy Based upon Causes* (Ilmu Astronomi Baru Berdasarkan Daya-Daya Latar Belakang).

Di zaman ketika alkimia masih merupakan pendekatan umum untuk fenomena alam, Kepler mengisi semesta dengan daya-daya tak kasatmata yang beraksi di sekitar kita dan membantu mengantar

kedatangan Revolusi Ilmiah. Dokumentasinya yang sangat luas dari setiap jalan liku yang telah dibuka oleh otaknya adalah salah satu catatan terbesar dari benak yang sedang mengalami transformasi kreatif. Sungguh benar untuk mengatakan bahwa Kepler berpikir di luar kotak. Namun, yang benar-benar ia lakukan, saat ia mengalami kemandekan, adalah berpikir benar-benar di luar area yang sedang dipelajari. Untuk melakukannya, ia meninggalkan jalan yang terang dari alat-alat favoritnya, jalan yang memungkinkannya melihat kearifan yang telah begitu saja diterima oleh rekan-rekannya dengan mata orang luar. "Saya menyukai analogi," tulisnya, "mereka adalah guru yang paling setia, yang berteman dengan semua rahasia alam .... Kita harus menggunakannya dengan baik."

Sebut saja nama Kepler jika Anda ingin membuat Dedre Gentner—psikolog Northwestern University—bersemangat. Ia akan menggerak-gerakkan tangannya. Kacamata berbingkai cangkang kura-kuranya naik turun. Mungkin ia adalah orang yang paling ahli di dunia tentang pemikiran analogis. Pemikiran analogis yang mendalam adalah praktik mengenali kesamaan konseptual pada berbagai area atau skenario yang di permukaan mungkin tampak sangat berbeda. Ini adalah sebuah alat yang sangat berdaya untuk memecahkan masalah yang rumit, dan Kepler adalah seorang pencandu analogi, jadi tentu saja Gentner sangat mengidolakannya. Ketika menceritakan rincian historis yang sepele tentang Kepler yang mungkin bisa disalahpahami oleh pembaca modern, Gentner mengusulkan bahwa sebaiknya kisah rincian itu tidak dipublikasikan karena bisa membuat Kepler tampak buruk, walaupun ia telah berpulang selama hampir empat ratus tahun.

"Menurut pendapat saya," kata Gentner kepada saya, "kemampuan kita untuk berpikir secara relasional adalah salah satu alasan bahwa kitalah yang menjalankan planet ini. Relasi sangatlah sulit bagi spesies lain." Pemikiran analogis menjadikan hal baru seba-

gai hal yang kita kenal, atau memberi terang baru pada hal yang sudah kita kenal, dan memungkinkan manusia untuk memikirkan masalah yang belum pernah dijumpainya dalam konteks yang sudah ia kenal. Pemikiran analogis juga memungkinkan kita untuk memahami apa yang sama sekali tidak bisa kita *lihat*. Mungkin murid-murid mempelajari gerakan molekul melalui analogi tumbukan bola biliar; prinsip listrik bisa dimengerti dengan analogi air yang mengalir melalui pipa. Konsep biologi bisa menjadi analogi untuk menginformasikan konsep terbaru dari kecerdasan buatan: "jejaring kerja persarafan" yang belajar mengenali gambar-gambar dari contoh (misalnya ketika Anda mencari gambar kucing) dibayangkan sebagai sel-sel saraf di otak, dan konsep "algoritma genetik" didasarkan pada evolusi menurut seleksi alam—berbagai solusi dicoba dan dievaluasi, lalu solusi yang paling sukses akan mewariskan ciri-cirinya kepada kelompok solusi berikutnya, sampai ke keabadian. Ini adalah kepanjangan yang terjauh dari jenis pemikiran yang asing bagi penduduk desa pramodern yang diamati oleh Luria, yang penyelesaian masalahnya hanya bergantung pada pengalaman langsung.

Kepler menghadapi masalah yang bukan hanya baru bagi dirinya sendiri, tetapi bagi seluruh manusia. Tidak ada basis data pengalaman yang bisa ditimba. Untuk memeriksa apakah ia harus menjadi manusia pertama yang mengajukan gagasan "aksi di kejauhan" di langit (suatu daya misterius tak kasatmata yang melintasi angkasa lalu muncul di sasarannya), ia beralih ke analogi (bau, panas, dan cahaya) untuk mempertimbangkan apakah gagasan itu memungkinkan secara konseptual. Kemudian ia melanjutkan dengan berbagai analogi jarak (magnet dan perahu) untuk memikirkan masalah secara utuh.

Tentu saja sebagian besar masalah tidaklah baru sehingga kita dapat mengandalkan apa yang disebut oleh Gentner sebagai analogi "permukaan" dari pengalaman kita sendiri. "Di sebagian besar waktu, jika Anda diingatkan akan hal-hal yang mirip di permu-

kaan, maka relasi mereka juga akan mirip," katanya menjelaskan. Ingat bagaimana Anda mengatasi masalah saluran bak rendam yang tersumbat di apartemen yang lama? Mungkin itu akan muncul di benak ketika bak cuci di dapur di apartemen yang baru mengalami sumbatan.

Namun, gagasan bahwa analogi permukaan yang muncul di benak akan berhasil untuk masalah baru adalah suatu hipotesis di "dunia yang ramah," kata Gentner kepada saya. Seperti lingkungan pembelajaran yang ramah, suatu dunia yang ramah didasarkan pada pola yang berulang. "Gagasan itu oke-oke saja," katanya, "jika Anda tinggal di desa yang sama atau padang rumput yang sama sepanjang hidup." Namun, dunia masa kini bukanlah dunia yang terlalu ramah; dunia masa kini membutuhkan pemikiran yang tidak bisa mengandalkan pengalaman sebelumnya. Seperti para murid matematika, kita perlu bisa memilih strategi untuk masalah yang belum pernah kita temui sebelumnya. "Dalam hidup yang kita jalani sekarang," kata Gentner kepada saya, "kita perlu diingatkan akan hal-hal yang hanya mirip secara abstrak atau relasional. Dan itu akan semakin penting jika Anda ingin menjadi semakin kreatif."

Dalam proses mempelajari pemecahan masalah pada 1930-an, Karl Duncker menghadirkan salah satu masalah hipotetis yang paling tersohor di psikologi kognitif. Bunyinya seperti ini:

> Bayangkan Anda adalah dokter yang menghadapi pasien penderita tumor ganas di lambung. Pasien ini mustahil untuk dioperasi, tetapi ia akan meninggal jika tumor itu tidak dihancurkan. Ada sejenis sinar yang bisa digunakan untuk menghancurkan tumor. Jika sinar itu mencapai seluruh tumor sekaligus dengan kepekatan yang cukup tinggi, tumor akan hancur. Sayangnya, dengan kepekatan seperti ini, jaringan sehat yang dilewati oleh sinar dalam perjalanannya ke lambung juga akan dihancurkan.

> Dengan kepekatan yang lebih rendah, sinar akan aman bagi jaringan yang sehat, tetapi tidak akan berefek pada tumor. Apa jenis prosedur yang bisa digunakan untuk menghancurkan tumor dengan sinar dan di saat yang sama menghindari penghancuran jaringan yang sehat?

Tugas Anda adalah menghilangkan tumor dan menyelamatkan pasien, tetapi sinar akan terlalu kuat atau terlalu lemah. Bagaimana Anda menyelesaikan masalah ini? Sementara Anda berpikir, ada sebuah kisah kecil untuk menghabiskan waktu: Pernah ada seorang jenderal yang perlu merebut sebuah benteng di tengah desa dari seorang diktator brutal. Jika jenderal bisa mendatangkan semua pasukannya ke benteng di saat yang bersamaan, mereka tidak akan mengalami kesulitan untuk merebutnya. Banyak jalan yang bisa dilalui oleh pasukan, jalan-jalan yang memancar keluar dari benteng seperti jeruji roda, tetapi jalan-jalan itu dipenuhi ranjau, jadi hanya kelompok kecil tentara yang bisa melewati jalan itu dengan aman. Jenderal itu memunculkan rencana. Ia membagi tentaranya menjadi kelompok-kelompok kecil, dan setiap kelompok menempuh jalan yang berbeda ke arah benteng. Mereka menyamakan arlojinya, dan memastikan untuk tiba di benteng di saat yang sama melalui jalan yang berbeda. Rencana itu berhasil. Jenderal merebut benteng dan menggulingkan sang diktator.

Sudahkah Anda menyelamatkan pasien Anda? Satu kisah terakhir selagi Anda masih berpikir: Bertahun-tahun yang lalu, seorang kepala pemadam kebakaran di sebuah kota kecil tiba di gudang kayu yang sedang terbakar, ia khawatir bahwa api akan menyebar ke rumah di sebelahnya jika tidak segera dipadamkan. Tidak ada pompa hidran di dekatnya, tetapi gudang itu berada di sisi danau, jadi ada banyak air. Belasan orang tetangga bergiliran mengambil air dengan ember untuk menyiram gudang, tetapi mereka tidak mengalami kemajuan. Para tetangga itu terkejut ketika kepala pemadam kebakaran berteriak meminta mereka berhenti, lalu meminta

mereka semua mengambil air di danau. Ketika mereka kembali, kepala pemadam menyusun mereka untuk mengelilingi gudang, dan pada hitungan ketiga semua orang melempar air sekaligus. Api segera mereda, dan tidak lama sesudahnya padam. Kota memberi kenaikan gaji kepada kepala pemadam kebakaran untuk pemikirannya yang cepat dan tepat.

Anda sudah selesai menyelamatkan pasien Anda? Jangan merasa buruk, hampir tidak ada orang yang menyelesaikan masalah itu. Setidaknya di saat awal, lalu setelahnya hampir semua orang menyelesaikannya. Hanya sekitar 10% orang yang menyelesaikan "masalah radiasi Duncker" di saat awal. Ketika dihadirkan masalah radiasi dan kisah benteng sekaligus, sekitar 30% orang bisa menyelesaikan masalah dan menyelamatkan pasien. Ketika dihadirkan masalah radiasi, kisah benteng, dan kisah kebakaran, 50% orang bisa menyelesaikan masalah. Ketika diberi kisah benteng dan kisah kebakaran lalu diberitahu untuk menggunakan kedua kisah itu untuk membantu menyelesaikan masalah radiasi, 80% orang bisa menyelamatkan pasien.

Jawabannya adalah Anda (sang dokter) bisa mengarahkan sinar-sinar berkepekatan rendah pada tumor dari berbagai arah, sehingga jaringan sehat akan tetap utuh, tetapi sinar-sinar itu tiba dengan kepekatan kolektif yang cukup besar untuk menghancurkan tumor. Persis seperti jenderal yang membagi pasukannya dan mengarahkan mereka untuk tiba dan berkumpul di benteng serta kepala pemadam kebakaran yang mengatur para tetangga bersama ember airnya di sekeliling gudang yang terbakar agar air dapat berkumpul menyiram api secara bersamaan.

Itu adalah hasil dari serangkaian kajian pemikiran analogis pada 1980-an. Sungguh, jangan merasa buruk jika Anda tidak memahaminya. Dalam eksperimen yang nyata, Anda akan membutuhkan lebih banyak waktu, dan tidaklah penting apakah Anda memahaminya atau tidak. Yang penting, hal ini menunjukkan pemecahan masalah. Hadiah satu analogi dari satu area yang berlainan ternyata

melipatgandakan orang yang bisa memecahkan masalah radiasi. Dua analogi dari dua area yang berlainan melipatgandakan lebih besar lagi. Dampak dari kisah benteng saja sudah cukup besar se-akan-akan orang langsung diberitahu prinsip penuntunnya: "Jika Anda membutuhkan daya yang besar untuk mencapai tujuan, tetapi terhalang untuk menerapkan daya besar itu secara langsung, maka banyak daya yang lebih kecil, yang diterapkan secara bersamaan dari berbagai arah, akan sama berhasilnya."

Para periset yang melakukan kajian itu menduga bahwa analogi akan menggerakkan pemecahan masalah, tetapi mereka terkejut bahwa banyak orang yang berusaha memecahkan masalah radiasi merasa tidak mendapat petunjuk dari kisah benteng sampai mereka diarahkan untuk melakukannya. Para periset itu menulis, "Karena berada dalam suatu eksperimen psikologi, kami menduga semua partisipan akan otomatis mempertimbangkan bahwa bagian pertama dari kajian akan berkaitan dengan bagian kedua."

Ternyata, intuisi manusia tidak terprogram dengan baik untuk menggunakan alat terbaik ketika menghadapi apa yang periset sebut sebagai masalah "yang tidak terumuskan dengan baik". Naluri kita yang berdasar pada pengalaman sangat pas untuk area-area Tiger, jenis dunia yang disebut ramah oleh Gentner, di mana masalah dan jalan keluar terus-menerus berulang.

Suatu eksperimen pada mahasiswa hubungan internasional Stanford University selama Perang Dingin menyediakan sebuah kisah yang perlu diwaspadai tentang mengandalkan pemikiran dunia ramah—yaitu, hanya menimba dari analogi pertama yang tidak asing. Para mahasiswa diberitahu bahwa sebuah negara demokratis fiksional kecil sedang mengalami ancaman dari tetangganya yang totaliter, dan para mahasiswa perlu memutuskan bagaimana Amerika Serikat harus merespons. Beberapa mahasiswa diberi penggambaran yang mirip dengan situasi Perang Dunia II (para pengungsi di dalam truk, seorang presiden "dari New York, negara bagian yang sama dengan FDR", dan sebuah rapat di "Winston Churchill Hall").

Beberapa lainnya diberi penggambaran yang mirip dengan perang Vietnam (seorang presiden "dari Texas, negara bagian yang sama dengan LBJ" dan para pengungsi di perahu). Mahasiswa hubungan internasional yang diingatkan pada Perang Dunia II lebih banyak memilih untuk pergi berperang; mahasiswa yang diingatkan pada Perang Vietnam lebih memilih diplomasi nonmiliter. Fenomena itu telah terdokumentasikan di mana-mana. Para pelatih rugbi universitas memeringkat potensi dari pemain yang sama dengan nilai yang sangat berbeda tergantung pada penjelasan awal tentang kemiripan pemain itu dengan mantan pemain, bahkan ketika semua informasi lainnya persis sama.

Pada masalah radiasi yang sulit, strategi yang paling sukses menggunakan berbagai situasi yang di permukaan tampak tidak mirip, tetapi di kedalaman memiliki kesamaan struktural. Sebagian besar orang tidak memecahkan masalah seperti Kepler. Mereka tetap berada di masalah yang ada, berfokus pada rincian internal, dan mungkin menggunakan pengetahuan medis yang lain, karena di permukaan, masalah radiasi itu adalah masalah medis. Mereka tidak secara naluriah beralih ke analogi yang lebih jauh untuk mencari jalan keluar. Namun, sebenarnya mereka harus melakukannya, dan mereka harus memastikan bahwa beberapa analogi itu kelihatannya sangat jauh dari masalah yang ada. Di dunia yang "culas", mengandalkan pengalaman dari satu area saja bukan hanya akan membatasi, tetapi juga bisa berbahaya.

Ketika hanya menggunakan satu analogi, terutama analogi dari situasi yang sangat mirip, itu tidak membantu untuk melawan dorongan alami guna memberlakukan "pandangan dari dalam"—istilah yang diciptakan oleh psikolog Daniel Kahneman dan Amos Tversky. Kita menggunakan pandangan dari dalam ketika kita—secara terbatas—membuat penilaian berdasarkan rincian dari suatu proyek tertentu yang ada di depan mata.

Kahneman memiliki pengalaman pribadi mengenai bahaya dari pandangan dari dalam ini ketika ia menyusun tim untuk membuat kurikulum SMA tentang sains pembuatan keputusan. Setelah pertemuan mingguan selama setahun penuh, ia menyurvei seluruh tim untuk mengetahui pendapat mereka tentang perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk proyek itu. Perkiraan yang tercepat adalah satu setengah tahun, yang terlama adalah dua setengah tahun. Lalu, Kahneman bertanya kepada seorang anggota tim bernama Seymour—pakar kurikulum terkemuka yang telah menjalani proses pembuatan kurikulum bersama tim lain—bagaimana proses ini dibandingkan proses lainnya.

Seymour berpikir sejenak. Beberapa saat sebelumnya, ia telah memperkirakan bahwa proyek ini akan membutuhkan waktu sekitar dua tahun lagi. Ketika dihadapkan dengan pertanyaan Kahneman tentang tim lain, ia mengatakan tidak terpikir untuk membandingkan proyek ini dengan proyek lain, tetapi sekitar 40% dari tim yang pernah ia ikuti tidaklah pernah selesai, tidak satu pun proyek yang bisa ia ingat membutuhkan waktu kurang dari tujuh tahun.

Kelompok Kahneman tidak bersedia menghabiskan enam tahun lagi untuk suatu proyek kurikulum yang bisa saja gagal. Mereka menghabiskan beberapa menit mendebatkan pendapat yang baru dan memutuskan untuk terus maju dengan memercayai kearifan kelompok selama dua tahun. Delapan tahun kemudian mereka selesai, saat Kahneman bahkan tidak berada di tim itu lagi atau tinggal di negara itu lagi, dan agensi yang telah meminta kurikulum itu sudah tidak berminat lagi.

Kecenderungan alami kita untuk menggunakan pandangan dari dalam bisa diatasi dengan mengikuti analogi "pandangan dari luar." Pandangan dari luar menjelajahi kesamaan struktural yang terdapat pada masalah yang ada dengan masalah lainnya. Pandangan dari luar bisa terasa sangat tidak wajar karena mewajibkan pembuat keputusan untuk mengacuhkan ciri-ciri permukan yang unik dari proyek yang ada saat ini, untuk mana mereka adalah pakarnya,

dan malah melihat ke luar untuk mencari analogi yang berstruktur serupa. Ini memerlukan pergeseran kerangka pikir dari terbatas menjadi lebih luas.

Untuk suatu eksperimen yang unik pada 2012, profesor strategi bisnis University of Sydney, Dan Lovallo—yang telah melakukan riset pandangan dari dalam bersama Kahneman—dan dua orang ekonom berteori bahwa memulai dengan membuat banyak analogi yang beragam, seperti Kepler, akan otomatis menjurus ke pandangan dari luar dan meningkatkan keputusan. Mereka merekrut para investor dari firma ekuitas swasta besar yang mempertimbangkan sejumlah besar proyek potensial di berbagai area. Para periset berpikir bahwa pekerjaan para investor akan dengan sendirinya menjuruskan ke pandangan dari luar.

Para investor itu diberitahu untuk menilai sebuah proyek nyata yang sedang mereka kerjakan disertai penjelasan yang rinci tentang langkah-langkah menuju kesuksesan dan untuk meramalkan pengembalian investasi dari proyek itu. Lalu, mereka diminta untuk menulis beberapa proyek investasi lain yang mereka ketahui memiliki kesamaan konsep yang luas dengan proyek mereka—misalnya, contoh lain dari pemilik bisnis yang ingin menjual atau perusahaan *start-up* dengan produk yang riskan secara teknologi. Mereka diinstruksikan untuk juga memperkirakan pengembalian investasi pada setiap contoh itu.

Pada akhirnya, para investor memperkirakan bahwa pengembalian pada proyeknya sendiri sekitar 50% lebih tinggi daripada proyek luar dengan konsep serupa yang telah mereka kenali. Ketika pada akhirnya diberi peluang untuk berpikir kembali dan memperbaiki perkiraannya, mereka menurunkan perkiraan awal. "Mereka seperti terkejut," kata Lovallo kepada saya, "dan yang paling terkejut adalah orang-orang yang paling senior." Pada awalnya, para investor ini menilai proyeknya sendiri, di mana mereka mengetahui semua rincian, yang sama sekali berbeda dari proyek-proyek serupa di luar sana.

Ini adalah sebuah fenomena yang tersebar luas. Jika Anda diminta untuk meramalkan apakah seekor kuda tertentu akan memenangkan lomba atau seorang politisi tertentu akan memenangkan pemilihan umum, semakin banyak rincian internal yang Anda pelajari tentang suatu skenario tertentu—ciri-ciri fisik kuda tertentu, latar belakang dan strategi dari politisi tertentu—semakin besar kemungkinannya Anda akan mengatakan bahwa skenario yang sedang Anda pelajari itu akan terjadi.

Para psikolog telah berulang kali menunjukkan bahwa semakin banyak rincian internal yang bisa dibuat oleh seseorang untuk dipertimbangkan, semakin esktremlah penilaian mereka. Para investor tadi mengetahui lebih banyak rincian tentang proyek mereka sendiri, dan menilai bahwa proyeknya akan sangat sukses, sampai mereka dipaksa untuk mempertimbangkan proyek lain yang memiliki kesamaan konsep yang luas. Di contoh yang lain, para mahasiswa memeringkat sebuah universitas dengan nilai yang lebih tinggi jika mereka diberitahu tentang beberapa fakultas sains tertentu yang masuk ke peringkat sepuluh besar di tingkat nasional dibandingkan jika mereka hanya diberitahu bahwa *setiap* fakultas sains di universitas itu berada di peringkat sepuluh besar. Dalam sebuah kajian yang tersohor, partisipan menilai seseorang lebih rentan meninggal karena "penyakit jantung, kanker, atau penyebab non-alami lain" dibandingkan "penyebab alami". Berfokus sempit pada banyak rincian kecil spesifik dari suatu masalah yang ada di hadapan akan terasa seperti hal yang tepat untuk dilakukan, padahal sering kali itu sangat salah.

Bent Flyvbjerg—kepala Major Programme Management di sekolah bisnis Oxford University—menunjukkan bahwa sekitar 90% proyek infrastruktur besar di seluruh dunia melebihi anggaran (rata-rata 28%), sebagian karena para manajer berfokus secara rinci pada proyeknya dan menjadi terlalu optimistis. Para manajer proyek bisa menjadi seperti tim pembuat kurikulum yang diteliti Kahneman, yang karena mengandalkan kepakarannya memutuskan bahwa me-

reka tidak akan mengalami penundaan yang sama seperti tim lain. Flyvbjerg mengkaji sebuah proyek untuk membangun suatu sistem trem di Skotlandia, di mana suatu tim konsultan luar benar-benar menjalani proses analogi yang mirip dengan apa yang diinstruksikan kepada para investor ekuitas swasta tadi. Mereka mengacuhkan hal-hal rinci dari proyek yang ada di hadapannya dan berfokus pada proyek lain yang memiliki kesamaan struktural. Tim konsultan itu melihat bahwa tim proyek telah membuat analisis yang cermat dengan menggunakan semua rincian dari pekerjaan yang harus dilakukan. Namun, dengan menggunakan berbagai analogi untuk memisahkan proyek-proyek, tim konsultan menyimpulkan bahwa proyeksi biaya sebesar £320 juta (lebih dari Rp 5 triliun) mungkin terlalu rendah. Ketika trem beroperasi tiga tahun kemudian, biayanya mengarah ke £1 miliar. Setelah itu, proyek-proyek infrastruktur Inggris lainnya mulai memberlakukan pendekatan pandangan dari luar, pada dasarnya memaksa para manajer untuk membuat berbagai analogi ke banyak proyek luar di masa yang telah lalu.

Setelah eksperimen pada para investor ekuitas swasta, para periset pandangan dari luar beralih ke bisnis film, suatu realisme yang sangat tidak pasti, dengan risiko tinggi, imbalan tinggi, dan sangat banyak data tentang hasil aktual. Mereka bertanya-tanya apakah dengan memaksakan pemikiran analogis kepada para penonton film akan bisa menjuruskan ke ramalan yang akurat tentang kesuksesan sebuah film. Mereka memulai dengan memberi informasi dasar dari film baru yang akan diluncurkan ke publik kepada ratusan penggemar film—nama pemeran utama, poster promosi, dan sebuah sinopsis. Saat itu, film yang akan diluncurkan termasuk *Wedding Crashers, Fantastic Four, Deuce Bigalow: European Gigolo,* dan lainnya. Para penonton film juga diberi daftar dari empat puluh film lama, dan diminta untuk memberi nilai seberapa baikkah setiap film lama itu berfungsi sebagai analogi untuk setiap film baru. Para periset menggunakan nilai-nilai kesamaan (dan sedikit informasi dasar dari film, misalnya apakah film itu film serial) untuk meramalkan peng-

hasilan akhir dari film-film baru yang akan diluncurkan. Mereka menyandingkan ramalan itu dengan sebuah model matematika yang penuh dengan informasi tentang seribu tujuh ratus film yang sudah lampau dan setiap film yang akan diluncurkan, termasuk genre, anggaran, bintang utamanya, tahun pemutaran, dan apakah film itu diputar di masa libur. Bahkan tanpa semua informasi rinci itu, ramalan penghasilan yang mengunakan nilai analogi para penonton film ternyata jauh lebih baik. Ramalan berdasarkan analogi para penonton film berkinerja lebih baik pada lima belas dari sembilan belas film yang akan diluncurkan. Analogi para penonton film memberi proyeksi penghasilan yang kurang dari 4% untuk *War of the Worlds, Bewitched,* dan *Red Eye* serta 1,7% untuk *Deuce Bigalow: European Gigolo.*

Netflix memunculkan kesimpulan yang serupa untuk meningkatkan algoritma rekomendasinya. Mengurai ciri-ciri film untuk menemukan apa yang Anda sukai adalah tindakan yang sangat kompleks dan kurang akurat dibandingkan sekadar menganalogikan Anda dengan banyak penonton lain yang memiliki kesamaan riwayat tontonan. Alih-alih meramalkan *apa* yang Anda sukai, mereka memeriksa *siapa* yang Anda sukai serta kompleksitas yang terkandung di dalamnya.

Yang menarik, jika periset hanya menggunakan satu film yang diperingkat oleh para penggemar film sebagai film yang paling serupa dengan film yang akan diputar, daya peramalan itu runtuh. Apa yang tampak seperti satu analogi terbaik ternyata tidak bekerja dengan baik jika ia berdiri sendiri. Dengan menggunakan satu "kelas rujukan" analogi yang penuh—pilar dari gagasan pandangan dari luar—ramalannya jauh lebih akurat.

Mari kita ingat kembali Bab 1, jenis-jenis pakar intuitif yang dipelajari oleh Gary Klein di lingkungan pembelajaran yang ramah, seperti para master catur dan pemadam kebakaran. Daripada memulai dengan memunculkan berbagai opsi, mereka langsung melompat ke keputusan berdasarkan pengenalan pola dari ciri-ciri permukaan.

Mungkin saja kelak mereka mengevaluasi—jika mereka punya waktu—tetapi sering kali mereka tetap berkutat di pengulangan pola. Kali ini mungkin akan seperti kali sebelumnya, di sini, pengalaman yang sangat terbataslah yang bekerja. Ini bukan cara kerja untuk memunculkan gagasan baru atau menghadapi masalah baru yang memiliki ketidakpastian tinggi. Kiat dalam menghadapi dunia yang "culas" adalah terlebih dulu mengevaluasi berbagai opsi *sebelum* membiarkan intuisi berjaya.

Dalam eksperimen yang lain, Lovallo dan Ferdinand Dubin, rekannya, meminta 150 mahasiswa bisnis untuk memunculkan strategi guna menolong perusahaan fiktif Mickey Company yang sedang mengalami kesulitan dengan bisnis *mouse* komputernya di Australia dan China. Setelah mahasiswa bisnis itu mempelajari tantangan perusahaan, mereka diberitahu untuk menulis semua strategi yang bisa mereka pikirkan untuk mencoba memperbaiki posisi Mickey.

Lovallo dan Dubin memberi satu atau lebih analogi dalam instruksinya kepada mahasiswa. (Misalnya: "Profil dari Nike Inc. dan McDonald's Corp. mungkin membantu untuk melengkapi rekomendasi Anda, tetapi bukan untuk membatasinya.") Mahasiswa lainnya tidak diberi analogi. Mahasiswa yang diberi satu analogi memunculkan lebih banyak strategi dibandingkan mahasiswa yang tidak diberi analogi, dan mahasiswa yang diberi banyak analogi memunculkan lebih banyak strategi dibandingkan mahasiswa yang diberi satu analogi. Dan semakin analogi itu jauh dari masalah yang ada, semakin bagus analogi itu dalam memunculkan gagasan. Mahasiswa yang diberi analogi Nike dan McDonald's menghasilkan lebih banyak pilihan strategi dibandingkan rekan-rekannya yang diberi analogi perusahaan komputer Apple dan Dell. Hanya dengan diingatkan untuk membuat analogi secara luas, mahasiswa bisnis itu menjadi lebih kreatif. Sayangnya, para mahasiswa itu berkata bahwa jika mereka akan menggunakan analogi perusahaan, mereka percaya bahwa cara terbaik untuk menghasilkan pilihan strategi adalah berfokus pada satu contoh tunggal di bidang yang sama.

Seperti para investor ekuitas, intuisi mereka adalah menggunakan sedikit analogi dan mengandalkan apa yang di permukaan tampak paling mirip. "Biasanya itu adalah cara yang salah terlepas dari untuk apa Anda menggunakan analogi," kata Lovallo kepada saya.

Kabar gembiranya, tidaklah sulit mengubah analogi dari pandangan dari dalam yang intuitif ke pandangan dari luar. Pada 2001, Boston Consulting Group—salah satu konsultan paling sukses di dunia—membuat sebuah situs intranet yang menyediakan koleksi bahan untuk mempermudah pemikiran analogis yang luas bagi para konsultannya. "Pameran" interaktif itu dipilah berdasarkan bidang ilmu (antropologi, psikologi, sejarah, dan lain-lain), konsep (perubahan, logistik, produktivitas, dan sebagainya), dan tema strategi (persaingan, kerja sama, serikat dan persekutuan, serta lainnya). Seorang konsultan yang sedang mencari strategi untuk integrasi pasca-penggabungan mungkin menggunakan bahan pameran tentang bagaimana William the Conqueror "menggabungkan" Inggris dengan Norman Kingdom di abad kesebelas. Bahan pameran yang menjelaskan strategi pengamatan Sherlock Holmes akan bisa memberi ide untuk belajar dari rincian yang terkadang disepelekan oleh profesional yang berpengalaman. Dan seorang konsultan yang sedang bekerja dengan sebuah perusahaan pemula yang sedang berkembang dengan cepat mungkin bisa mendapat ide dari tulisan seorang ahli strategi Prussia yang mempelajari keseimbangan rapuh di antara memelihara momentum setelah suatu kemenangan dan menyasar sebuah tujuan secara berlebihan sehingga malah mengubah kemenangan menjadi kekalahan. Jika semua itu kedengarannya sangat jauh dari urusan bisnis yang ada, justu itulah intinya.

Dedre Gentner ingin mengetahui apakah setiap orang bisa menjadi seperti Kepler, mampu menggunakan analogi yang sangat berbeda untuk memahami suatu masalah. Jadi, ia membantu menciptakan "Tugas Pemilahan Ambigu".

Tugas itu terdiri dari dua puluh lima kartu, masing-masing menjelaskan sebuah fenomena dunia nyata, misalnya bagaimana cara kerja ruter internet atau gelembung ekonomi. Setiap kartu masuk ke dua kategori utama, yang pertama adalah kategori area atau bidangnya (ekonomi, biologi, dan sebagainya) dan yang kedua adalah kategori untuk struktur di dalamnya. Partisipan diminta untuk memilah kartu ke kategori serupa.

Misalnya untuk struktur yang ada di dalam fenomena, mungkin Anda mengelompokkan gelembung ekonomi dengan mencairnya puncak gunung es karena sama-sama memiliki lingkaran umpan balik positif. (Pada gelembung ekonomi, konsumen membeli saham atau properti dengan pemikiran bahwa harganya akan naik; bahwa pembelian menyebabkan harga naik dan menjurus ke lebih banyak pembelian. Ketika mencair, puncak gunung es memantulkan lebih sedikit sinar matahari ke angkasa, membuat Bumi menjadi lebih hangat dan menyebabkan lebih banyak es yang mencair.) Atau mungkin Anda mengelompokkan tindakan berkeringat dengan tindakan Federal Reserve sebagai lingkaran umpan balik negatif. (Keringat mendinginkan tubuh sehingga tubuh tidak perlu berkeringat lagi. Federal Reserve menurunkan tingkat suku bunga untuk mendorong ekonomi; jika ekonomi tumbuh terlalu cepat, Federal Reserve menaikkan tingkat suku bunga untuk melambatkan kegiatan yang telah didorongnya.) Cara harga minyak menjurus ke kenaikan harga pangan dan langkah-langkah yang diperlukan oleh suatu pesan untuk melintasi sel-sel saraf di otak adalah contoh dari rantai penyebab, di mana satu peristiwa menjurus ke peristiwa lainnya, lalu ke peristiwa lainnya, dalam urutan yang linier.

Anda juga bisa mengelompokkan perubahan suku bunga Federal Reserve, gelembung ekonomi, dan perubahan harga minyak karena mereka berada di satu bidang yang sama: ekonomi. Dan Anda bisa mengelompokkan berkeringat dan jalannya impuls saraf di bidang biologi.

Gentner dan rekan-rekannya memberi Tugas Pemilahan Ambigu kepada mahasiswa Northwestern University dari berbagai fakultas

dan menemukan bahwa semua mahasiswa mengetahui cara mengelompokkan fenomena berdasarkan bidangnya. Hanya sedikit yang bisa mengelompokkan berdasarkan struktur di dalamnya. Namun, ada sekelompok mahasiswa yang sangat pandai menemukan kesamaan struktur yang sangat dalam: mahasiswa yang telah mengikuti kuliah di beragam bidang, seperti yang ada di Program Sains Terpadu.

Situs web Northwestern University untuk program itu memunculkan penjelasan dari seorang alumnusnya: "Program Sains Terpadu adalah studi biologi, kimia, fisika, dan matematika yang digabungkan menjadi satu program studi. Tujuan utama dari program ini adalah memapar mahasiswa ke semua bidang ilmu alam dan matematika agar mereka bisa melihat kesamaan di antara berbagai bidang ilmu alam .... Program Sains Terpadu memungkinkan Anda untuk melihat hubungan di antara berbagai disiplin ilmu."

Seorang profesor yang saya tanyai tentang Program Sains Terpadu mengatakan kepada saya bahwa fakultas akademik tertentu tidaklah terlalu disukai. Mereka menginginkan mahasiswa mengambil kelas yang lebih khusus di satu fakultas. Mereka khawatir para mahasiswa akan tertinggal di belakang. Mereka lebih ingin segera memasukkan mahasiswa ke pengkhususan bidang tertentu daripada melengkapi mahasiswa dengan gagasan dari apa yang disebut oleh Gentner sebagai "beragam bidang dasar", yang menumbuhkan pemikiran analogis dan hubungan konseptual yang dapat membantu mahasiswa mengelompokkan jenis masalah yang sedang mereka hadapi. Itulah persisnya keterampilan yang menjadi ciri para pemecah masalah yang paling cerdik.

Dalam satu kajian yang paling banyak dikutip tentang pakar pemecah masalah, suatu tim saintis antarbidang ilmu tiba pada sebuah keimpulan yang sangat sederhana: pemecah masalah yang paling sukses lebih bisa menentukan struktur dalam masalah sebelum melanjutkan untuk mencari strategi yang cocok untuk masalah itu. Pemecah masalah yang kurang sukses lebih mirip dengan sebagian

besar mahasiswa di Tugas Pemilahan Ambigu: secara mental mereka mengelompokkan masalah hanya berdasarkan ciri-ciri permukaan yang dinyatakan secara terbuka, misalnya kelompok berdasarkan bidang. Untuk pemecah masalah yang terbaik, tulis mereka, pemecahan masalah "dimulai dengan menentukan jenis masalah."

Sebagai pelopor pendidikan, John Dewey menulis di bukunya yang berjudul *Logic, The Theory of Inquiry,* "suatu masalah yang diutarakan dengan baik adalah masalah yang setengah selesai."

Sebelum memulai barisan analogi yang menyiksa ke arah pengonsepan ulang semesta, Kepler harus menjadi sangat bingung dengan pekerjaan rumahnya. Tidak seperti Galileo dan Isaac Newton, ia mendokumentasikan kebingungannya. "Yang penting untuk saya," tulis Kepler, "bukanlah sekadar mengomunikasikan apa yang harus saya katakan kepada pembaca, tetapi di atas segalanya menyampaikan alasan, cara, dan bahaya yang ternyata menguntungkan yang telah menuntun saya ke penemuan-penemuan saya."

Kepler adalah pria muda ketika ia bekerja di observatorium Tycho Brahe—yang saat itu telah sangat maju sehingga menghabiskan 1% dari anggaran nasional Denmark. Ia diberi tugas yang tidak diinginkan oleh siapa pun: Mars dan orbitnya yang membingungkan. Kepler diberitahu bahwa seharusnya orbit itu bundar, jadi ia harus mencaritahu mengapa pengamatan Brahe tidak cocok dengan perkiraan itu. Sesekali, Mars tampak membalik arahnya di langit, memutar dalam lingkaran kecil, lalu melanjutkan di arah awalnya, ciri yang dikenal sebagai gerakan mundur. Para astronom mengajukan berbagai teori membingungkan untuk menjelaskan bagaimana Mars bisa melakukan ini sambil mengendarai roda-roda transparan yang saling mengunci dari langit.

Seperti biasa, Kepler tidak bisa menerima teori yang membingungkan. Ia meminta bantuan rekan-rekannya, tetapi sepertinya tidak ada orang yang peduli. Para pendahulunya selalu lolos dalam

berteori, menjelaskan penyimpangan Mars tanpa membahas skema keseluruhan. Penugasan singkat Kepler untuk mempelajari Mars (ia menduga bahwa tugasnya akan memerlukan delapan hari) beralih menjadi lima tahun penghitungan untuk mencoba menjelaskan di langit mana Mars muncul di saat tertentu. Kepler telah melakukannya dengan keakuratan yang tinggi, tetapi segera menyingkirkan kembali hasil penghitungannya itu.

Hasil penghitungannya itu sudah sangat dekat, tetapi tidak sempurna. Sebenarnya ketidaksempurnaannya itu sangatlah kecil. Hanya dua pengamatan Brahe yang berbeda dari penghitungan Kepler tentang posisi Mars, dan perbedaan itu pun hanya delapan menit busur, seiris kecil langit yang hanya seperdelapan dari lebarnya jari kelingking yang dijulurkan sepanjang lengan. Kepler bisa saja beranggapan bahwa model penghitungannya sudah benar dan bahwa dua pengamatan Brahe itu sedikit keliru, atau ia bisa membuang dan menyingkirkan hasil kerjanya selama lima tahun. Ia memilih membuangnya. "Jika saya percaya bahwa kita bisa mengacuhkan delapan menit itu," tulisnya, "saya sudah akan mengesahkan hipotesis saya." Penugasan yang tidak diinginkan oleh siapa pun itu menjadi pemandangan lubang kunci bagi Kepler ke dalam pemahaman baru tentang semesta. Ia berada di wilayah yang belum terpetakan. Ia memulai analogi dengan serius, dan ia menciptakan ulang astronomi. Cahaya, panas, bau, perahu, sapu, dan magnet—Kepler memulai dengan pengamatan menjengkelkan yang tidak benar-benar pas itu, dan berakhir dengan membongkar gagasan Aristoteles tentang cara kerja semesta yang seperti roda-roda jam.

Kepler telah melakukan sesuatu yang ternyata menjadi karakteristik dari laboratorium riset kelas dunia masa kini. Psikolog Kevin Dunbar mulai mendokumentasikan cara kerja laboratorium yang produktif pada 1990-an dan menemukan versi modern dari pemikiran ala Kepler. Dihadapkan pada penemuan yang tidak terduga, alih-alih menduga bahwa teori yang ada memang sudah benar dan bahwa pastilah pengamatan itu yang keliru, apa yang tidak terduga

itu menjadi peluang untuk menjelajahi tempat baru—dan analogi berfungsi sebagai penuntun di alam yang liar.

Ketika Dunbar memulai, ia hanya berniat mendokumentasikan proses penemuan secara langsung. Ia berfokus pada laboratorium biologi molekuler karena sedang membuka jalan-jalan baru, terutama pada genetika dan pengobatan untuk virus, misalnya HIV. Ia menghabiskan satu tahun bersama empat laboratorium di Amerika Serikat, mengunjungi laboratorium itu setiap hari selama berbulan-bulan, berharap menjumpai penemuan terobosan saat ia sedang berkunjung. Kelak ia memperluas pekerjaannya ke lebih banyak laboratorium di Amerika Serikat, Kanada, dan Italia. Ia menjadi kehadiran yang begitu dikenal sehingga para ilmuwan meneleponnya untuk memastikan ia mengetahui tentang rapat mendadak. Ciri-ciri permukaan dari berbagai laboratorium itu sangatlah berbeda. Satu laboratorium memiliki belasan anggota, yang lainnya beranggotakan lebih sedikit. Beberapa laboratorium dianggotai oleh pria dan satu laboratorium dianggotai oleh perempuan. Semuanya memiliki reputasi internasional.

Rapat-rapat mingguan laboratorium itu sangat menarik untuk diamati. Sekali seminggu, seluruh tim berkumpul—direktur laboratorium, mahasiswa pascasarjana, akademisi pascadoktoral, dan teknisi—untuk membahas beberapa tantangan yang dihadapi oleh anggota laboratorium. Rapat-rapat itu bukanlah pekerjaan perorangan dengan kepala menunduk seperti gambar stereotipikal para ilmuwan yang bergerombol di depan tabung-tabung percobaan. Dunbar melihat perbincangan yang spontan dan mengalir bebas. Gagasan diulas bolak-balik, eksperimen baru diajukan, dan rintangan dibahas. "Itu adalah beberapa momen yang paling kreatif dalam sains," katanya kepada saya. Jadi, ia merekamnya.

Lima belas menit pertama adalah urusan rumah tangga—siapa yang bertugas memesan pasokan atau siapa yang telah meninggalkan tempat dengan kondisi berantakan. Lalu, aksi dimulai. Seseorang menghadirkan penemuan yang tidak terduga atau membingungkan,

orbit Mars Kepler versi mereka. Dengan bijak, naluri pertama para ilmuwan itu adalah menyalahkan diri sendiri, pasti ada beberapa kesalahan penghitungan atau peralatan yang dikalibrasi dengan buruk. Jika semuanya sudah diperbaiki, laboratorium menerima hasil itu sebagai hasil yang nyata, dan gagasan tentang apa yang perlu dicoba dan apa yang mungkin akan terjadi mulai beterbangan. Setiap jam rapat laboratorium yang direkam oleh Dunbar memerlukan delapan jam analisis dan pelabelan perilaku pemecahan masalah sehingga ia dapat menganalisis proses kreativitas ilmiah dan menemukan analogi.

Dunbar menyaksikan terjadinya terobosan penting secara langsung dan melihat bahwa laboratorium cenderung mengubah penemuan yang tak terduga menjadi pengetahuan baru karena manusia membuat banyak analogi, dan analogi itu dibuat dari banyak bidang dasar yang berbeda. Laboratorium yang memiliki lebih banyak profesional dari latar belakang yang berbeda adalah laboratorium yang bisa menawarkan lebih banyak analogi dan lebih bisa diandalkan untuk menemukan terobosan ketika muncul hal-hal yang tak terduga. Laboratorium itu adalah Kepler yang berbentuk tim. Mereka melibatkan anggota dari berbagai jenis pengalaman dan minat. Ketika tiba saat untuk menyingkirkan atau merangkul dan mendalami informasi yang membingungkan, mereka menimba dari beragam analogi yang bisa mereka buat.

Untuk tantangan yang relatif sederhana, laboratorium memulai dengan analogi ke eksperimen lain yang serupa. Semakin ganjil tantangannya, semakin jauh analoginya, menjauh dari kesamaan di permukaan ke arah kesamaan struktural yang ada di dalam. Di beberapa rapat laboratorium, rata-rata setiap empat menit sekali sebuah analogi baru memasuki perbincangan, beberapa di antaranya berasal dari bidang yang sama sekali berbeda.

Pada suatu peristiwa, Dunbar melihat dua laboratorium menemui masalah eksperimen di saat yang sama. Protein yang ingin mereka ukur ternyata tersangkut di saringan, sehingga sulit untuk

dianalisis. Salah satu laboratorium itu terdiri atas para pakar bakteri *E. coli* dan laboratorium lainnya terdiri atas para ilmuwan dari bidang kimia, fisika, biologi, dan genetika, ditambah mahasiswa kedokteran. "Salah satu laboratorium membuat analogi yang ditimba dari pengetahuan seseorang yang memiliki ijazah kedokteran, dan mereka langsung menemukan solusi di rapat itu juga," kata Dunbar kepada saya. "Laboratorium lainnya hanya menggunakan pengetahuan mereka tentang *E. coli* untuk menghadapi setiap masalah. Hal ini tidak berhasil sehingga mereka harus memulai eksperimen selama berminggu-minggu untuk menyingkirkan masalah. Hal ini menempatkan saya di posisi yang canggung karena saya telah melihat jawabannya di rapat laboratorium yang lain." (Sebagai syarat kajian, ia tidak boleh membagikan informasi di antara laboratorium.)

Ketika menghadapi hal tak terduga, beragam analogi yang tersedia telah membantu menentukan siapa yang bisa mempelajari sesuatu yang baru. Di laboratorium yang tidak membuat penemuan baru selama proyek kajian Dunbar, setiap anggotanya memiliki latar belakang yang sama dan melakukan pengkhususan bidang tinggi, dan nyaris tidak pernah menggunakan analogi. "Jika semua anggota laboratorium memiliki pengetahuan yang sama, ketika muncul masalah, sekelompok orang yang berpikiran sama tidak akan menyediakan lebih banyak informasi untuk membuat analogi dibandingkan satu orang saja," kata Dunbar menyimpulkan.

"Hal ini seperti bursa saham," katanya kepada saya. "Anda memerlukan campuran strategi."

Masalahnya, program studi seperti Program Sains Terpadu di Northwestern—yang mengajarkan campuran beragam strategi—perlu meninggalkan keunggulan dini di jalan karier atau studi. Ini akan sulit untuk dijual, bahkan jika sebenarnya lebih bagus bagi pembelajar dalam jangka panjang.

Apakah itu pengetahuan pembuatan koneksi yang dikaji oleh Lindsey Richland, konsep-konsep luas yang diuji oleh Flynn, ataupun pemikiran analogis struktural yang mendalam dan jauh yang dinilai oleh Gentner, sering kali tidak ada minat yang kuat untuk membela dan memperjuangkan keragaman, atau bahwa pengetahuan harus didapatkan dengan perlahan-lahan. Semua daya seakan bersekutu untuk mengimbali keunggulan dini, pengkhususan bidang yang sempit sejak dini, bahkan jika itu adalah strategi yang buruk untuk jangka panjang. Itulah masalahnya, karena jenis pengetahuan yang lain, dan mungkin yang terpenting, perlu didapatkan secara perlahan—sesuatu yang membantu Anda untuk terlebih dulu mencocokkan diri dengan tantangan.

BAB 6

Masalah dari Ketabahan yang Berlebihan

IBU ANAK ITU menghargai musik dan seni, tetapi ketika anak itu berusaha menggambar kucing peliharaan keluarga dengan gaya bebas, anak itu membuktikan bahwa ia bukan penggambar yang terampil sehingga ia merobek gambar itu dan menolak untuk mencoba lagi. Anak itu malah menghabiskan masa kanak-kanaknya di Belanda dengan bermain gundu atau meluncur di salju bersama adiknya, tetapi ia lebih sering hanya memandangi benda-benda. Sebuah buku pegangan untuk orangtua tidak menganjurkan anak-anak untuk menjelajah tanpa pengawasan yang mungkin bisa "meracuni" imajinasi anak, tetapi anak itu menjelajah seorang diri selama berjam-jam. Ia berjalan di tengah badai dan di malam hari. Ia berjalan beberapa kilometer hanya untuk duduk selama berjam-jam mengamati sarang burung atau mengikuti serangga air menyeberangi kali. Ia terutama terobsesi untuk mengumpulkan kepik, memberi nama setiap kepik itu dengan nama spesies Latinnya.

Saat berusia tiga belas tahun, anak itu dimasukkan ke sebuah sekolah baru yang menempati bekas istana yang besar. Sekolah itu sangat jauh dari rumahnya sehingga ia harus tinggal bersama sebuah keluarga di dekat sekolah. Selama pelajaran di kelas, pikirannya berada di tempat lain, tetapi ia adalah murid yang baik, ia menghabiskan waktu luangnya untuk menghafal puisi.

Guru seninya adalah selebritas di sekolah itu, seorang pelopor pendidikan yang mengusulkan agar desain menjadi bagian utama dari mesin ekonomi nasional. Perjuangannya itu begitu sukses sehingga pemerintah federal mewajibkan kelas menggambar bebas di setiap sekolah negeri. Alih-alih mengajar dari depan kelas, guru itu mengatur murid-muridnya di tengah dan ia berjalan keluar masuk di antaranya seperti jarum jahit, memberi perhatian pribadi kepada setiap murid. Sebagian besar murid menyayanginya. Namun, guru itu tidak berkesan bagi si anak itu. Ketika sudah dewasa, anak itu kelak mengeluh bahwa tidak ada orang yang pernah mengajarinya sudut pandang dalam menggambar, meskipun guru itu bersiteguh bahwa pengetahuan tentang sudut pandang telah ditulis ke dalam peraturan baru yang meluaskan pendidikan seni.

Anak itu tidak senang hidup bersama orang asing, jadi ia meninggalkan sekolah tepat sebelum berusia lima belas tahun. Selama enam belas bulan berikutnya, ia tidak melakukan banyak hal selain berjalan di alam. Itu tidak bisa berlangsung selamanya, tetapi ia tidak tahu apa lagi yang harus ia lakukan. Untungnya, pamannya adalah agen benda seni yang sangat sukses, yang baru saja diberi gelar kebangsawanan. Ia menawarkan pekerjaan di kota besar kepada keponakannya. Membuat karya seni tidaklah menarik bagi si anak, tetapi menjual karya seni menarik hatinya. Ia mengalihkan kehebatan pengamatan yang telah ia latih di alam ke litografi dan fotografi, mengelompokkan apa yang ia lihat seperti ia mengelompokkan kepik-kepiknya. Di usia dua puluh tahun, ia sudah berhadapan dengan klien penting dan pergi ke luar negeri untuk menjual. Pria muda ini dengan percaya diri mengatakan kepada orangtuanya bahwa ia tidak akan pernah harus mencari pekerjaan lagi. Ia salah besar.

Ia adalah anak desa yang tinggal di kota, tidak memiliki cukup norma sosial untuk menyelesaikan perselisihan dengan bosnya, dan ia tidak suka tawar-menawar yang ia anggap sebagai usaha untuk memanfaatkan pelanggan. Ia dipindah ke kantor London yang tidak berhubungan langsung dengan pelanggan, lalu pada

usia dua puluh dua tahun, ia dipindah lagi ke Paris. Ia tiba di Paris di tengah revolusi seni. Saat berjalan ke kantor, pria muda itu melewati studio-studio seniman yang sedang dalam proses untuk menjadi terkenal. Meskipun begitu, seperti dengan guru seninya dan seperti yang kelak ditulis oleh dua biografernya, "Tak satu pun yang terekam." Ia terlalu sibuk dengan obsesi barunya: agama. Bertahun-tahun kemudian, ketika ia dan adiknya membahas para seniman revolusioner itu, ia berkata bahwa ia "tidak melihat *apa pun* pada mereka."

Ketika akhirnya disingkirkan dari keagenan benda seni, ia bekerja sebagai asisten guru di sekolah asrama sebuah kota pesisir pantai di Inggris. Bekerja empat belas jam sehari, ia mengajar bahasa Prancis sampai matematika, mengawasi asrama, membawa anak-anak ke gereja, dan menjadi tukang. Sekolah itu hanyalah usaha bisnis bagi pemiliknya, dan pria muda itu adalah tenaga kerja murah. Jadi, ia mencari pekerjaan lain sebagai guru pembimbing, dan kali ini di sekolah asrama yang lebih mewah, tetapi setelah beberapa bulan ia memutuskan untuk menjadi misionaris di Amerika Selatan. Orangtuanya berusaha menghalanginya, mengatakan bahwa ia perlu "berhenti mengikuti keinginannya sendiri" dan kembali ke jalan hidup yang stabil. Ibunya berharap ia mau melakukan sesuatu di alam yang akan membuatnya "lebih bahagia dan lebih tenang." Ia memutuskan untuk mengikuti jejak ayahnya; ia akan mengikuti pendidikan untuk menjadi seorang pendeta.

Sementara itu, ayahnya mencarikan pekerjaan sebagai pegawai toko buku. Pria muda ini mencintai buku dan bekerja dari jam delapan pagi sampai tengah malam. Ketika toko itu kebanjiran, ia membuat rekan-rekannya takjub dengan ketahanan fisiknya saat ia menyelamatkan tumpukan buku. Tujuan barunya adalah diterima di universitas agar kelak ia bisa memasuki pendidikan pendeta. Sekali lagi, ia mengumbar hasrat tanpa lelahnya. Ia bekerja bersama seorang guru pembimbing, dan menyalin naskah dari seluruh buku dengan tangan. "Saya harus duduk tegak selama saya bisa menjaga mata saya

untuk tetap terbuka," katanya kepada adiknya. Ia mengingatkan diri bahwa "latihan akan menyempurnakan," tetapi bahasa Latin dan Yunani tidaklah mudah baginya. Ia pindah ke rumah pamannya, seorang pahlawan perang yang tegas, yang menganjurkannya untuk hanya "terus mendesak maju." Pria muda itu bersiteguh untuk mulai bekerja sebelum rekan-rekannya bangun dan selesai setelah mereka tidur. Pamannya melihat ia membaca di jam-jam subuh.

Namun, ia masih mengalami kesulitan dalam studinya. Menjelang ulang tahunnya yang kedua puluh lima tahun, pria muda itu mendengar kotbah tentang bagaimana revolusi ekonomi telah menjadikan warga negara tertentu—seperti pamannya yang agen benda seni—kaya raya, sementara orang lainnya terdesak ke kemiskinan yang mengerikan. Ia memutuskan untuk meninggalkan universitas untuk menyebarkan Sabda Tuhan dengan lebih cepat. Ia memilih kursus pendidikan yang lebih singkat, tetapi ia tidak pandai memberi kotbah yang padat dan singkat seperti yang diwajibkan oleh sekolah. Ia juga gagal di program itu. Namun, tidak ada orang yang bisa menghentikannya dari berkotbah, jadi ia berangkat ke wilayah batu bara, tempat inspirasi paling dibutuhkan.

Ketika pria muda itu tiba dan melihat langit yang menghitam, ia menyamakannya dengan lukisan Rembrandt. Di sana ia berkotbah kepada para buruh yang begitu tertindas sehingga mereka merujuk dunia di atas lorong tambang sebagai "di atas di Neraka". Ia mencebur ke dalam pelayanan rohani dengan semangat besarnya yang biasa, mendermakan pakaian dan uangnya, siang-malam merawat orang sakit dan terluka. Dan mereka sangat banyak.

Tidak lama setelah ia tiba, serangkaian ledakan membunuh 121 penambang dan aliran gas menyembur keluar dari tanah, menimbulkan tiang api seperti pembakar Bunsen raksasa yang bersarang di bawah tanah. Penduduk setempat yang menderita mengagumi ketahanan pria muda itu saat ia berusaha menghibur beberapa keluarga. Namun, mereka juga menganggap dia aneh; anak-anak yang diajarnya tidak mau mendengarkan. Tidak lama kemudian, pelayanannya berakhir. Usianya dua puluh tujuh tahun dan ia ber-

kecil hati. Satu dekade setelah awal yang penuh semangat sebagai agen benda seni, ia tidak punya harta, pencapaian, ataupun arah.

Ia mencurahkan isi hatinya kepada adiknya, yang sekarang adalah agen benda seni yang dihormati. Ia menyamakan dirinya seperti burung dalam sangkar di musim semi yang sungguh merasa bahwa sudah tiba waktunya untuk melakukan sesuatu yang penting tetapi tidak bisa mengetahui apa yang harus dilakukannya itu, jadi "ia membenturkan kepalanya ke jeruji sangkar. Sangkar tetap berada di tempatnya dan burung itu gila karena penderitaan." Seorang manusia, katanya, "juga tidak selalu mengetahui apa yang bisa ia lakukan, tetapi ia merasakannya dengan naluri, saya berbakat dalam suatu hal! ... Saya tahu bisa menjadi orang yang sangat berbeda! ... Ada sesuatu di dalam diri saya, jadi apakah sesuatu itu?" Ia pernah menjadi siswa, agen seni, guru, penjual buku, calon pendeta, dan katekis yang berpetualang. Setelah awal yang menjanjikan, ia gagal total di setiap jalan yang ia coba.

Saudara-saudaranya mengusulkan agar ia mencoba kerajinan kayu atau mencari pekerjaan sebagai tukang cukur. Saudarinya menganggap ia bisa menjadi pemanggang roti yang baik. Ia adalah seorang pembaca yang tidak bisa dipuaskan, jadi mungkin bisa menjadi pustakawan. Namun, di tengah keputusasaannya, ia mengalihkan energi besarnya ke hal terakhir yang bisa ia pikirkan dan bisa segera ia mulai. Surat selanjutnya kepada adiknya sangatlah singkat: "Saya menulis kepadamu sambil menggambar dan saya bergegas untuk kembali melanjutkannya." Sebelumnya, pria itu menganggap menggambar sebagai pengalihan dari tujuan utamanya untuk menggapai orang-orang dengan kebenaran. Sekarang ia mulai mencari kebenaran dengan mendokumentasikan kehidupan di sekitarnya dalam gambar. Ketika masih kecil, ia sudah berhenti menggambar bebas ketika menyadari kecanggungannya, jadi ia memulai lagi dari sangat awal, dengan membaca *Guide to the ABCs of Drawing*.

Di tahun-tahun berikutnya, beberapa kali ia mencoba menjalani pelatihan menggambar yang resmi. Sepupu iparnya adalah seorang

pelukis yang berusaha mengajarinya cat air. Sepupu itu kelak disebut di laman Wikipedia pria itu sebagai satu-satunya jalan masuk selain "Pendidikan". Sebenarnya, pria itu mengalami kesulitan dengan sentuhan sangat rapuh yang diperlukan untuk menggambar dengan cat air, dan relasi pembimbing dengan bimbingan itu berakhir setelah satu bulan. Mantan bos agen seninya—yang sekarang adalah pencipta selera seni yang dihormati di dunia seni—mengatakan gambar-gambarnya tidak pantas dipajang untuk dijual. "Satu hal yang saya yakini," kata bos kepadanya, "kau bukan seniman." Lalu, ia menambahkan dengan datar, "Kau terlambat memulai."

Ketika usianya hampir tiga puluh tiga tahun, ia mendaftar ke sekolah seni bersamaan dengan siswa-siswa yang sepuluh tahun lebih muda darinya, tetapi itu hanya berlangsung selama beberapa minggu. Ia mengikuti lomba menggambar, dan juri-jurinya mengusulkan agar ia kembali ke kelas pemula bersama murid-murid berusia sepuluh tahun.

Seperti pada kariernya, ia terus beralih dari satu renjana artistik ke renjana lainnya. Di satu hari, ia menganggap seniman sejati hanya melukis figur-figur realistis, lalu ketika figur-figurnya tampak buruk, hari berikutnya ia menganggap seniman sejati hanya peduli pada gambar pemandangan. Suatu hari, ia beralih ke realisme, satu ekspresi seniman sejati lain dalam anggapannya. Di minggu ini, seni adalah media untuk menyatakan devosi agamis, minggu berikutnya kepedulian seperti itu hanya membebani penciptaan yang murni. Di satu tahun, ia memutuskan seni sejati hanya terdiri dari gradasi hitam dan kelabu, lalu di tahun lainnya, warna-warna yang hidup adalah mutiara sejati di cangkang kerang seorang seniman. Setiap kali ia jatuh cinta secara menggebu-gebu, lalu dengan sama cepat dan menggebu-gebunya ia keluar dari cinta itu.

Pada suatu hari, ia menyeret tiang penyangga kanvas dan cat minyak—untuk mana ia tidak punya pengalaman—ke gumuk pasir di tengah badai. Ia lari keluar masuk peneduh, menampar dan menciprakan cat ke kanvas dengan usapan-usapan cepat di antara

embusan angin kencang yang memerciki kanvas dengan butiran pasir. Ketika harus melakukannya, ia memijat keluar cat langsung dari tubenya ke kanvas. Ternyata kekentalan cat minyak dan kecepatan yang diperlukan untuk mengoleskannya di tengah badai membebaskan imajinasi dan tangannya dari kekurangan melumpuhkan yang mewabahinya ketika ia mengupayakan realisme yang sempurna. Lebih dari seabad kemudian, para penulis biografinya menulis tentang hari itu, "Ia membuat penemuan yang menakjubkan: ia bisa melukis." Dan ia merasakannya. "Saya sangat menikmatinya," tulisnya kepada adiknya. "Melukis ternyata tidak sesulit yang saya duga."

Ia terus beralih dari satu eksperimen artistik ke eksperimen lainnya, mendukung lalu mengingkari, mengutuk upaya menangkap sinar matahari di lukisan untuk kemudian berbalik jalan dan menempatkan kanvasnya di luar, di sinar matahari, hanya untuk bisa menangkap sinar matahari di lukisan. Ia terobsesi pada hitam yang lebih dalam dan lebih gelap dalam karya-karya tanpa warna, lalu dengan cepat dan untuk selamanya meninggalkannya dengan memilih warna yang hidup, meyakini bahwa ia bahkan tidak akan menggunakan warna hitam untuk menggambarkan langit malam. Ia mulai belajar piano karena ia pikir nada-nada musik bisa mengajarkan sesuatu tentang nada-nada warna.

Secara geografis maupun artistik, ia terus beralih-alih selama beberapa tahun yang tersisa dari hidupnya yang singkat. Pada akhirnya, ia meninggalkan tujuan untuk menjadi penggambar yang hebat, lalu satu per satu meninggalkan semua gaya yang sebelumnya ia anggap penting, yang untuk mana ia telah gagal. Ia muncul dengan sebuah seni yang baru: impulsif, belepotan dengan cat, meledak dengan warna, tanpa formalitas dan hanya menggambar sesuatu yang abadi.* Ia ingin membuat karya seni yang bisa dimengerti oleh

---

* Ia menulis sebuah frasa dalam bahasa Prancis dalam suratnya kepada adiknya: "*Ce qui ne passe pas dans ce qui passe*"—yang bertahan di dalam apa yang memudar.

setiap orang, bukan karya agung bagi mereka yang pendidikan tinggi. Selama bertahun-tahun, ia telah berusaha dan gagal untuk menggambarkan proporsi dari suatu figur dengan akurat. Sekarang, ia melepaskan semua itu dan menggambar figur yang berjalan di antara pepohonan dengan wajah yang dibiarkan kosong dan tangan-tangan seperti sarung tangan.

Dulu, ia menuntut model hidup untuk dilukis dan gambaran untuk disalin, sekarang ia mengikuti mata benaknya. Pada suatu malam, ia memandang keluar jendela kamar tidurnya ke arah gulungan perbukitan di kejauhan dan—seperti yang telah ia lakukan dengan burung dan kepik selagi ia masih kecil—ia mengamati langit selama berjam-jam. Ketika ia mengambil kuas, imajinasinya mengubah kota kecil di dekatnya menjadi sebuah desa kecil, gerejanya yang tinggi menjadi kapel yang sederhana. Pohon pinus yang hijau tua di latar depan menjadi sangat besar, meliuk ke bagian atas kanvas seperti ganggang laut di pusaran irama langit malam.

Itu hanya beberapa tahun dari anjuran para juri gambar agar ia mengikuti kelas menggambar untuk anak-anak usia sepuluh tahun. Namun, malam berbintang itu—bersamaan dengan banyak lukisan lain di gaya barunya yang ia ciptakan di tengah urutan kegagalan—meluncurkan suatu era baru dari seni dan menginspirasi konsepsi baru dari keindahan dan ekspresi. Karya-karya lukis yang ia ciptakan dengan cepat dalam beberapa jam selama dua tahun terakhir hidupnya kelak menjadi beberapa benda yang paling berharga—dari sudut budaya dan finansial—yang pernah ada di dunia.

Vincent van Gogh meninggal tanpa dikenal adalah mitos. Beberapa bulan sebelum ia berpulang, sebuah ulasan yang penuh semangat menyebutnya sebagai seorang revolusioner dan menjadikannya bahan perbincangan di Paris. Claude Monet, bapak impresionisme—aliran yang diacuhkan, dikeluhkan, lalu digunakan dan diinovasikan oleh Van Gogh—menyatakan karya Van Gogh sebagai karya terbaik dari sebuah pameran tahunan.

Jika dijumlah setelah memperhitungkan inflasi, empat lukisan Van Gogh terjual senilai lebih dari Rp 1 triliun, dan itu belum termasuk lukisan yang paling terkenal. Sekarang karyanya menghiasi banyak hal, mulai dari kaus kaki sampai sampul ponsel dan salah satu merek Vodka. Namun, pencapaiannya lebih jauh daripada sekadar pencapaian komersial.

"Apa yang seniman lakukan menjadi berubah karena Vincent van Gogh," kata Steven Naifeh—seniman dan penulis—kepada saya. (Menurut seorang kurator Museum Van Gogh, Naifeh bersama Gregory White Smith menulis "biografi definitif" dari Van Gogh.) Lukisan-lukisan Van Gogh berfungsi sebagai jembatan ke seni modern dan memunculkan kekaguman begitu luas yang tidak ada tandingannya. Para remaja yang belum pernah mengunjungi museum Van Gogh merekat karyanya di dinding mereka; tamu-tamu dari Jepang meninggalkan abu dari leluhurnya di makamnya. Pada 2016, Art Institute of Chicago memamerkan ketiga lukisan "Bedrooms" yang ikonik—yang dimaksudkan oleh Van Gogh untuk "mengistirahatkan otak atau tepatnya imajinasi"; rekor jumlah pengunjung memaksa mereka untuk mendadak menciptakan strategi pengendalian massa dengan jalur antrean khusus.

Meskipun begitu, kalau saja Van Gogh meninggal pada usia tiga puluh empat tahun, alih-alih tiga puluh tujuh tahun (harapan usia di Belanda saat itu adalah empat puluh tahun), mungkin ia bahkan tidak akan mendapatkan catatan kaki sejarah. Begitu pula bagi Paul Gauguin, pelukis yang tinggal sebentar bersama Van Gogh dan memprakarsai gaya lukis sintetisme, di mana garis tebal memisahkan bagian berwarna cerah, tanpa gradasi yang samar seperti yang ada di lukisan klasik. Gauguin juga menjadi salah satu dari sedikit seniman yang menerobos batas Rp 1 triliun. Ia menghabiskan enam tahun pertama dari kehidupan profesionalnya bersama pedagang laut sebelum menemukan panggilannya: pialang saham borjuis. Hanya sesudah keruntuhan bursa saham pada 1882 Gauguin menjadi seniman penuh waktu, di usia tiga puluh lima tahun.

Peralihannya mirip dengan peralihan J. K. Rowling. Rowling pernah berkata bahwa ia "gagal total" di usia dua puluhan tahun, secara pribadi maupun profesional. Pernikahan singkatnya "runtuh", ia menjadi ibu tunggal dan mantan guru yang menganggur, hidup dengan tunjangan dari pemerintah. Seperti Van Gogh di negara batu bara dan Gauguin setelah keruntuhan bursa saham, Rowling "dibebaskan" oleh kegagalan untuk mencoba pekerjan yang lebih cocok dengan bakat serta minatnya.

Orang-orang ini sepertinya telah maju dan unggul meski terlambat memulai. Akan cukup mudah untuk begitu saja memetik kisah dari orang-orang yang terlambat memulai dalam mengatasi semua rintangan. Namun, mereka bukanlah pengecualian hanya karena memulai dengan terlambat, dan mereka tidak menumpuk rintangan mereka sendiri. Awal yang lambat adalah bagian yang tak terpisahkan dari kesuksesan akhir mereka.

"Kualitas kecocokan" adalah istilah yang digunakan oleh ekonom untuk menjelaskan derajat kecocokan di antara pekerjaan yang dilakukan oleh seseorang dengan dirinya—kemampuan serta minatnya.

Inspirasi yang membuat Ofer Malamud—ekonom Northwestern University— mempelajari kualitas kecocokan muncul dari pengalaman pribadinya. Ia dilahirkan di Israel, tetapi ayahnya bekerja untuk perusahaan pengapalan, dan ketika Malamud berusia sembilan tahun, keluarganya pindah ke Hong Kong, di mana ia bersekolah di sebuah sekolah Inggris. Sistem sekolah Inggris mewajibkan murid untuk memilih pengkhususan bidang akademik di dua tahun terakhir sekolah lanjutan. "Jika ingin kuliah di Inggris, Anda harus memasuki jurusan tertentu," kata Malamud kepada saya. Ayahnya seorang insinyur, jadi ia pikir juga harus menjadi insinyur. Di saat terakhir, ia memutuskan untuk tidak memilih jurusan tertentu. "Saya memutuskan untuk mendaftar ke Amerika Serikat karena saya tidak tahu apa yang ingin saya lakukan," katanya.

Ia memulai dengan ilmu komputer, tetapi segera mengetahui bahwa itu bukanlah bidangnya. Jadi, ia mencoba beberapa program studi sebelum memilih ekonomi lalu filosofi. Pengalaman itu memunculkan keingintahuannya tentang bagaimana penentuan waktu dalam memilih pengkhususan bidang berdampak pada pilihan karier. Di akhir 1960-an, Theodore Schultz—ekonom calon pemenang penghargaan Nobel—mengatakan bahwa bidang ekonomi telah berkinerja dengan baik untuk menunjukkan bahwa pendidikan tinggi meningkatkan produktivitas pekerja, tetapi para ekonom telah melalaikan peran pendidikan dalam memperbolehkan seseorang menunda pengkhususan bidang saat mencicipi serta menemukan siapa dirinya dan di mana mereka akan cocok.

Malamud tidak bisa menetapkan orang-orang secara acak untuk suatu kehidupan agar ia bisa mempelajari penentuan waktu untuk pengkhususan bidang, tetapi ia menemukan sebuah eksperimen alami di sistem sekolah Inggris. Selama masa kajiannya, murid-murid Inggris dan Wales harus memilih pengkhususan bidang sebelum perguruan tinggi agar mereka bisa mendaftar ke program studi yang spesifik dan terbatas. Di sisi lain, di Skotlandia, mahasiswa malah diwajibkan untuk mempelajari berbagai bidang selama dua tahun pertama dari perguruan tinggi dan bisa terus mencicipi berbagai bidang di luar dua tahun pertama itu.

Di setiap negara, setiap bidang pelajaran yang diambil oleh seorang mahasiswa menyediakan keterampilan yang bisa diterapkan di bidang tertentu, juga informasi tentang kualitas kecocokan mereka dengan bidang itu. Jika berfokus lebih dini, mahasiswa akan mengumpulkan lebih banyak keterampilan yang akan menyiapkan mereka untuk pekerjaan yang menguntungkan. Jika mencicipi berbagai bidang dan berfokus di saat yang lebih jauh, mereka akan memasuki bursa kerja dengan lebih sedikit keterampilan spesifik, tetapi memiliki pemahaman yang lebih besar akan jenis pekerjaan yang cocok dengan kemampuan dan kecenderungannya. Pertanyaan Malamud adalah: Siapa yang biasanya memenangkan

pertukaran ini, orang yang melakukan pengkhususan sejak dini atau lebih lama?

Jika manfaat pendidikan tinggi hanya menyediakan keterampilan untuk kerja, mahasiswa yang melakukan pengkhususan lebih dini tidak akan cenderung berganti karier setelah lulus kuliah ke bidang yang tidak berkaitan dengan bidang kuliahnya: mereka telah mengumpulkan keterampilan yang spesifik untuk kariernya, sehingga akan lebih rugi jika berganti karier. Namun, jika manfaat penting dari perguruan tinggi adalah menyediakan informasi tentang kualitas kecocokan, mereka yang melakukan pengkhususan lebih dini pada akhirnya akan lebih sering beralih ke bidang karier yang tidak terkait, karena mereka tidak punya waktu untuk mencicipi kecocokan lain sebelum memilih satu bidang yang cocok dengan keterampilan dan minatnya.

Malamud menganalisis data dari ribuan mantan mahasiswa dan menemukan bahwa lulusan perguruan tinggi di Inggris dan Wales secara konsisten lebih cenderung melompat keluar dari bidang kariernya dibandingkan rekannya di Skotlandia yang melakukan pengkhususan lebih lama. Dan meski pada awalnya tertinggal dalam soal penghasilan karena memiliki lebih sedikit keterampilan spesifik, orang-orang Skotlandia dengan cepat mengejar ketertinggalannya. Rekan-rekannya di Inggris dan Wales lebih sering berganti bidang setelah lulus kuliah dan setelah memulai karier, walaupun mereka mengalami kerugian yang lebih besar untuk beralih karena sebelumnya telah berfokus pada bidang itu. Dengan lebih sedikitnya peluang untuk mencicipi, semakin banyak mahasiswa yang menempuh jalan yang sempit sebelum menemukan apakah jalan itu adalah jalan yang baik baginya. Mahasiwa Inggris dan Wales melakukan pengkhususan begitu dini sehingga mereka membuat lebih banyak kesalahan. Kesimpulan Malamud: "Manfaat dari meningkatkan kualitas kecocokan ... lebih besar daripada kerugian karena kurangnya keterampilan." Mempelajari pelajaran tidaklah sepenting mempelajari diri sendiri. Penjelajahan

bukanlah kemewahan yang sia-sia dari pendidikan; penjelajahan adalah manfaat utama.

Seharusnya tidaklah mengejutkan bahwa lebih banyak mahasiswa di Skotlandia yang pada akhirnya memilih bidang utama yang tidak terdapat di sekolah lanjutannya, misalnya bidang teknik. Di Inggris dan Wales, mahasiswa dituntut memilih jalan berdasarkan pengetahuan terbatas yang telah dipaparkan kepada mereka di sekolah lanjutan. Hal ini seperti dipaksa untuk memilih apakah Anda ingin menikahi pacar SMP atau SMA saat Anda berusia enam belas tahun. Mungkin ini terdengar seperti ide yang bagus saat itu, tetapi semakin Anda mengalaminya, semakin kurang baguslah ide itu saat Anda merenungkannya kembali. Di Inggris dan Wales, orang-orang dewasa memiliki kecenderungan yang lebih besar untuk berpisah dari karier yang telah mereka bina karena terlalu dini memilih. Jika kita memperlakukan karier seperti kencan, tidak ada orang yang mau terlalu cepat memilih.

Bagi para profesional yang akhirnya berganti karier—terlepas dari apakah mereka melakukan pengkhususan lebih dini atau lebih lama—peralihan adalah ide yang bagus. "Kita kehilangan cukup banyak keterampilan, jadi memang ada pukulan," kata Malamud, "tetapi sebenarnya kita memiliki angka pertumbuhan yang lebih tinggi setelah kita beralih."

Terlepas dari kapan pengkhususan bidang itu terjadi, orang-orang yang berganti karier telah menggunakan pengalamannya untuk mengenali kecocokan yang lebih baik.

Steven Levitt—ekonom yang turut menulis buku *Freakonomics*—dengan cerdik melibatkan pembacanya untuk menjalani tes peralihan. Di laman utama "Freakonomics Experiments", ia mengajak pembaca untuk mempertimbangkan perubahan hidup dengan melempar koin digital. Jika mendapatkan sisi kepala dari koin, itu berarti mereka harus maju dan melakukan perubahan, dan sisi ekor dari koin berarti mereka tidak harus melakukan perubahan. Dua puluh ribu relawan merespons, mereka mempertimbangkan segala

sesuatu mulai dari apakah mereka harus membuat tato, mencoba kencan daring, mempunyai anak, sampai 2.186 orang yang sedang mempertimbangkan untuk berganti pekerjaan.* Namun, bisakah mereka memercayai keputusan sesaat untuk berubah? Jawaban bagi orang-orang yang sedang mempertimbangkan untuk berganti pekerjaan yang mendapatkan sisi kepala dari koin adalah: hanya jika mereka menjadi lebih bahagia. Enam bulan kemudian, mereka yang mendapatkan sisi kepala dari koin dan berganti pekerjaan ternyata memang lebih bahagia daripada orang-orang yang tetap tinggal di pekerjaan lamanya.† Menurut Levitt, kajian ini menunjukkan bahwa "kata-kata peringatan seperti 'pemenang tidak pernah menyerah dan penyerah tidak pernah menang' mungkin bermaksud baik, tetapi sebenarnya adalah nasihat yang sangat buruk." Levitt mengenali salah satu keterampilannya yang terpenting sebagai "kemauan untuk meninggalkan" suatu proyek atau suatu area kajian untuk hal lain yang lebih cocok.

Kutipan dari Winston Churchill "Jangan pernah menyerah, jangan pernah, jangan pernah, jangan pernah, jangan pernah," adalah kutipan yang tidak lengkap. Akhir dari kalimat itu selalu ditinggalkan: "kecuali untuk keyakinan akan kehormatan dan akal sehat."

Kirabo Jackson—ekonom tenaga kerja—telah menunjukkan bahwa bahkan kepusingan administratif yang ditakuti, yang dikenal sebagai "pergantian guru", mengandung nilai dari peralihan yang berdasarkan informasi yang cukup dan benar. Ia menemukan

---

* Ini menjadikan pergantian pekerjaan sebagai pertanyaan yang paling populer.

† Dalam suatu analisis yang rinci, Levitt menunjukkan bahwa hasil dari pelemparan koin sebenarnya memengaruhi keputusan yang orang buat. Seseorang yang sedang mempertimbangkan untuk berganti pekerjaan yang mendapatkan sisi kepala dari koin lebih mungkin untuk berganti pekerjaan dibandingkan seseorang di situasi yang sama yang mendapatkan sisi ekor dari koin, meski, tentu saja, setiap orang bisa melakukan apa pun yang ingin mereka lakukan dengan hidupnya terlepas dari sisi koin apa yang mereka dapatkan. Di antara orang-orang yang memilih untuk mengikuti nasihat koin, mendapatkan sisi kepala dari koin (dan berganti pekerjaan) berkaitan dengan peningkatan kebahagiaan sesudahnya.

bahwa guru-guru lebih efektif dalam meningkatkan kinerja murid setelah mereka beralih ke sekolah yang baru, dan bahwa efek itu tidak berkaitan dengan perpindahan ke sekolah yang berkinerja lebih tinggi atau murid-murid yang lebih baik. "Guru cenderung meninggalkan sekolah tempat mereka merasa tidak cocok," katanya menyimpulkan. "Pergantian guru ... sebenarnya mendekatkan kita pada penempatan yang optimal dari para guru di sekolah-sekolah."

Orang yang beralih adalah orang yang menang. Ini kedengarannya bertentangan dengan peribahasa lama tentang menyerah dan merupakan konsep yang sangat baru dalam psikologi modern.

Psikolog Angela Duckworth melakukan kajian yang paling terkenal tentang menyerah. Ia berusaha meramalkan mahasiswa baru mana yang akan keluar dari masa pengenalan pelatihan dasar U.S. Military Academy di West Point, yang tradisionalnya dikenal sebagai "*Beast Barracks*".

Enam setengah minggu pelatihan fisik dan emosional dirancang untuk mengubah para pria dan perempuan belia dari remaja yang sedang berlibur musim panas menjadi perwira yang sedang dalam pelatihan.

Jam 5.30, para kadet ini sudah berada dalam barisan untuk mulai berlari atau senam. Di aula asrama untuk sarapan, para kadet yang baru—atau "*plebe*"—harus duduk tegak di kursinya dan mendekatkan makanan ke mulut, bukan mendekatkan wajah ke piring. Seorang senior bisa tiba-tiba mengajukan pertanyaan kepada mereka. "Bagaimana sapinya?" Ini adalah singkatan untuk pertanyaan "Berapa banyak susu yang tersisa?" Seorang *plebe* akan belajar menjawab. "*Sir/Maam*, dia berjalan, dia bicara, dia penuh dengan kapur! Cairan susu yang diperah dari spesies sapi betina sangat banyak sampai derajat [ke-*N*]!" *N* adalah jumlah kemasan susu yang tersisa di meja.

Sisa harinya adalah campuran dari pelajaran di ruang kelas dan kegiatan fisik, misalnya ruang gas air mata yang tidak berjendela

di mana para kadet harus melepas masker gasnya dan berbicara sementara wajah mereka panas terbakar. Muntah tidak diwajibkan, tetapi juga tidak dilarang. Lampu dipadamkan jam 10 malam, agar semuanya dapat dimulai lagi di pagi hari. Ini adalah masa yang berisiko bagi moral kadet baru. Untuk bisa diterima di akademi itu, semua haruslah siswa unggul, banyak di antaranya adalah atlet yang menonjol, dan sebagian besar dicalonkan oleh anggota Kongres. Orang-orang yang lembek tidak akan tiba di Beast. Meskipun begitu, beberapa orang pergi meninggalkan Beast sebelum bulan pertama berakhir.

Duckworth mengetahui bahwa Skor Menyeluruh Kandidat—gabungan dari nilai tes yang telah distandardisasi, peringkat di sekolah lanjutan, tes kebugaran fisik, dan bakat kepemimpinan—adalah satu faktor terpenting untuk penerimaan mahasiswa, tetapi itu tidak berguna dalam meramalkan siapa yang akan keluar sebelum pelatihan selesai. Ia telah bicara dengan orang-orang yang berkinerja tinggi dari berbagai bidang dan memutuskan untuk mempelajari renjana dan kegigihan, sebuah kombinasi yang dengan cerdas ia rumuskan sebagai "*grit* (ketabahan)." Ia merancang suatu kuis penilaian diri yang menangkap dua komponen dari ketabahan itu. Yang pertama pada dasarnya adalah etika kerja dan kelenturan, yang kedua adalah "konsistensi minat"—arah, mengetahui dengan pasti apa yang diinginkan.

Pada 2004, di awal Beast, Duckworth memberi skala ketabahan kepada 1.218 kadet di kelas pendatang baru. Kepada mereka diberi dua belas pernyataan dan mereka diminta untuk memberi peringkat dari nilai 1 sampai 5 tentang seberapa tepatnya pernyataan itu mewakili diri mereka. Beberapa dari pernyataan itu hanya soal etika kerja ("Saya adalah pekerja keras"; "Saya patuh"). Pernyataan lainnya melacak kegigihan atau fokus tunggal ("Saya sering menetapkan sebuah tujuan tetapi kemudian memilih mengejar tujuan yang lain"; "Minat saya berubah dari tahun ke tahun").

Skor Menyeluruh Kandidat gagal untuk meramalkan siapa yang akan menyerah dan keluar dari Beast, tetapi Skala Ketabahan bisa

meramalkan dengan lebih baik. Duckworth meluaskan kajiannya ke bidang lain, misalnya kepada para finalis lomba mengeja Scripps National Spelling Bee. Ia menemukan bahwa tes kecerdasan verbal dan ketabahan dapat meramalkan seberapa jauh peserta akan maju dalam lomba, tetapi mereka melakukan kedua tes secara terpisah. Yang terbaik adalah yang memiliki keduanya sekaligus, tetapi peserta yang memiliki lebih sedikit ketabahan akan bisa mengimbanginya dengan nilai kecerdasan verbal, dan peserta yang memiliki nilai kecerdasan yang rendah bisa mengimbangi dengan ketabahan.

Kajian yang menarik dari Duckworth menghasilkan suatu industri tersendiri tentang ketabahan. Beberapa tim olahraga, perusahaan yang tercantum di Fortune 500, jejaring kerja sekolah, dan U.S. Department of Education mulai mempromosikan ketabahan, berusaha mengembangkan ketabahan, bahkan menguji ketabahan. Duckworth memenangkan beasiswa "genius" MacArthur untuk kajiannya, tetapi bagaimanapun, ia merespons kehebohan itu dengan serius di sebuah artikel di *New York Times*. "Saya khawatir telah dengan tidak sengaja berkontribusi pada gagasan yang saya tentang: penilaian karakter yang berisiko tinggi," tulisnya. Ini bukan satu-satunya cara di mana riset tentang ketabahan telah diperluas atau dibesar-besarkan lebih daripada buktinya.

Kenyataan bahwa para kadet dipilih berdasarkan Skor Menyeluruh Kandidat menjurus pada apa yang disebut oleh pakar statistika sebagai "pembatasan keragaman". Itu karena para kadet hanya dipilih berdasarkan Skor Menyeluruh Kandidat, artinya sekelompok orang yang sangat mirip menurut ukuran Skor Menyeluruh Kandidat telah disaring dari keseluruhan manusia. Ketika itu terjadi, variabel lain yang tidak merupakan bagian dari proses seleksi bisa tiba-tiba tampak jauh lebih penting. Jika menggunakan analogi olahraga, hal ini akan seperti melakukan kajian sukses di bidang basket yang hanya melibatkan para pemain NBA sebagai partisipannya; kajian itu bisa menunjukkan bahwa ketinggian tubuh bukanlah peramal yang baik bagi kesuksesan, tetapi ketabahan. Tentu saja NBA su-

dah memilih pria-pria jangkung dari populasi yang lebih luas, jadi keragaman tinggi tubuh dalam kajian itu telah dibatasi. Dengan demikian, ketinggian tubuh sepertinya tidak sepenting sebagaimana semestinya.* Begitu pula sifat peramalan yang relatif dari ketabahan serta ciri lain dari para kadet akademi militer West Point dan peserta lomba ejaan mungkin tidak tampak sama di populasi yang lebih terbatas. Jika suatu sampel yang benar-benar acak—dan bukan hanya mereka yang diterima di West Point—dari lulusan sekolah lanjutan dinilai untuk Skor Menyeluruh Kandidat, kebugaran fisik, peringkat nilai, dan pengalaman kepemimpinan akan meramalkan ketahanan mereka di Beast, dan mungkin meramalkannya dengan lebih baik daripada ciri ketabahan. Duckworth dan rekan-rekannya menunjukkan bahwa dengan mempelajari kelompok yang sebelumnya telah sangat tersaring, "keabsahan eksternal dari hasil penelitian kita akan sangat terbatas."

Terlepas dari skor ketabahan mereka, sebagian besar kadet menyelesaikan pelatihan di Beast. Pada tahun pertama yang dikaji oleh Duckworth, 71 dari 1.218 kadet menyerah dan keluar. Pada 2016, 32 dari 1.308 kadet keluar. Pertanyaan yang lebih mendalam adalah: apakah keluarnya mereka itu sebenarnya adalah keputusan yang baik. Para alumni mengatakan bahwa, selama pelatihan Beast dan sesudahnya, para kadet keluar untuk berbagai alasan. "Saya rasa untuk anak-anak yang lebih berbakat berpikir daripada berbakat fisik, masa pelatihan yang singkat mempermudah mereka untuk bertahan dan terus berjuang untuk menyelesaikan tahun akademik. Untuk anak-anak yang lebih fisikal, Beast menjadi salah satu pengalaman terbaik yang pernah mereka miliki," kata Ashley Nicolas,

* Jika hanya mempelajari para pemain NBA, dalam beberapa tahun, seorang ilmuwan yang mengkaji basket akan menemukan relasi yang bertentangan di antara tinggi tubuh pemain dan penciptaan poin. Jika ilmuwan itu tidak mengenali bahwa semua manusia lain di luar NBA telah tersaring keluar, mungkin ia akan menasihati orangtua untuk memiliki anak-anak yang pendek agar mereka bisa menciptakan lebih banyak poin di NBA.

alumni tahun 2009 yang telah bekerja sebagai perwira intelijen di Afghanistan, kepada saya. Beberapa dari kadet itu menyelesaikan masa pengenalan di Beast hanya untuk kemudian menyadari bahwa akademi itu bukanlah tempat yang tepat untuk kemampuan atau minatnya. "Saya ingat ada lebih banyak yang keluar selama semester pertama ketika mereka menyadari tidak bisa bertahan secara akademis. Mereka yang keluar lebih dulu selama masa pengenalan di Beast adalah yang rindu rumah atau hanya menyadari bahwa mereka tidak cocok. Sebagian besar dari kelompok kedua ini sepertinya adalah anak-anak yang dipaksa masuk ke West Point meski mereka sendiri sebenarnya tidak berminat." Dengan kata lain, dari sejumlah kecil kadet yang keluar selama pelatihan Beast, alih-alih gagal bersiteguh, sebenarnya mereka hanya merespons pada informasi tentang kualitas kecocokan—mereka tidak cocok.

Begitu pula dengan beberapa orang yang mungkin mulai menghafal akar kata untuk kompetisi ejaan National Spelling Bee lalu menyadari bahwa mereka tidak ingin menghabiskan waktu belajarnya dengan cara seperti itu. Mungkin itu masalah ketabahan atau mungkin keputusan yang dibuat dalam merespons informasi kualitas kecocokan yang tidak akan terlihat jika tidak dicoba lebih dulu.

Robert A. Miller, ekonom dan profesor statistik Carnegie Mellon, menyebut pencocokkan karier—dan keputusan untuk memasuki akademi militer adalah sebuah keputusan karier yang besar—sebagai "proses bandit berlengan majemuk." "Bandit berlengan tunggal" adalah istilah untuk sebuah mesin judi. Proses bandit berlengan majemuk mengacu pada suatu skenario hipotetis: seorang penjudi duduk di depan sederet mesin judi; setiap mesin memiliki probabilitas uniknya sendiri untuk memberi hadiah bersama setiap tarikan tuasnya; tantangan bagi penjudi adalah menguji berbagai mesin dan mencoba menemukan cara terbaik untuk menjatahkan tarikan tuas untuk memaksimalkan hadiah. Miller menunjukkan bahwa proses untuk kualitas kecocokan adalah sama seperti itu. Seseorang memulai dengan tanpa pengetahuan, menguji berbagai

kemungkinan jalan dengan cara yang menyediakan informasi secepat mungkin, dan terus-menerus memperhalus keputusannya tentang ke mana ia akan menjatahkan energinya. Istilah "muda dan bodoh," tulisnya, menggambarkan kecenderungan orang muda untuk tertarik pada pekerjaan yang berisiko, tetapi itu sama sekali tidak bodoh. Itu malah ideal. Mereka memiliki lebih sedikit pengalaman dibandingkan pekerja yang lebih tua, jadi jalan pertama yang harus mereka coba adalah jalan yang berisiko dan berimbalan tinggi, dan itu mengandung nilai informasi yang tinggi. Upaya untuk menjadi atlet atau aktor profesional atau mendirikan bisnis pemula yang makmur memang memiliki kemungkinan yang kecil untuk sukses, tetapi potensi imbalannya sangat tinggi. Berkat umpan balik yang terus-menerus dan proses penyiangan yang tak kenal ampun, mereka yang mencobanya akan dengan cepat belajar apakah mereka cocok atau tidak cocok, setidaknya dibandingkan pekerjaan yang umpan baliknya tidak terlalu terus-menerus. Jika tidak cocok, mereka pergi untuk menguji sesuatu yang lain, dan terus mendapatkan informasi tentang pilihan yang ada dan tentang diri mereka sendiri.

Seth Godin, penulis beberapa buku karier terpopuler di dunia, menulis sebuah buku yang menentang gagasan bahwa "orang yang menyerah tidak pernah menang". Godin mengatakan bahwa para "pemenang"—pada umumnya, yang dimaksud olehnya adalah orang-orang yang mencapai puncak di bidangnya—cepat dan sering menyerah ketika mereka mengenali bahwa sebuah rencana bukanlah kecocokan yang terbaik baginya dan tidak merasa buruk ketika melakukannya. "Kita gagal," tulisnya, ketika kita bertahan pada "tugas-tugas yang tidak berani kita hentikan." Godin jelas tidak menasihati untuk menyerah hanya karena tugas itu sulit. Bertekun menghadapi kesulitan adalah suatu keunggulan kompetitif untuk setiap pelaku perjalanan di jalan yang panjang, tetapi ia mengatakan bahwa mengetahui kapan harus berhenti dan menyerah adalah sebuah keunggulan strategis sehingga setiap orang—sebelum mulai berupaya—harus memperhitungkan kondisi-kondisi di mana, bila

terjadi, mereka harus berhenti. Trik yang penting, katanya, adalah mengetahui dengan baik apakah peralihan hanya disebabkan oleh kegagalan untuk bersiteguh atau karena pengenalan yang cerdik tentang adanya kecocokan yang lebih baik.

Beast Barracks adalah pendekatan bandit berlengan majemuk yang sempurna untuk berhenti dan menyerah. Sekelompok kadet yang berkinerja tinggi—tidak satu pun dari mereka yang memiliki pengalaman militer—telah menarik tuas yang tepat di West Point. Artinya, mereka memulai sebuah program yang berisiko tinggi dan berimbalan tinggi dan sejak minggu pertama mendapatkan sinyal informasi yang sangat besar tentang apakah disiplin militer cocok untuk mereka atau tidak. Sebagian besar akan bertahan, tetapi akan tidak realistis untuk mengharapkan setiap anggota dari sekelompok besar anak muda untuk dengan pasti memahami apa yang sedang mereka masuki. Haruskah sedikit orang yang pergi itu bertahan dan menyelesaikan pelatihan? Mungkin, jika mereka berhenti hanya karena satu momen panik saja, alih-alih karena telah menilai kembali masa depan yang mereka inginkan di dalam terang informasi yang baru tentang kehidupan militer. Namun, mungkin lebih banyak orang yang seharusnya juga menyerah sejak dini.

Sebagai imbalan untuk komitmen dinas aktif selama lima tahun, setiap kadet West Point mendapatkan beasiswa yang didanai oleh pembayar pajak dengan nilai total sekitar Rp 7 miliar. Itulah sebabnya Angkatan Darat sangat jengkel bahwa sejak pertengahan 1990-an, sekitar separuh dari lulusan West Point meninggalkan dinas militer setelah lima tahun, begitu mereka diperbolehkan. Diperlukan sekitar lima tahun untuk melunasi biaya perkembangan seorang perwira yang terlatih. Tiga perempat lulusan sudah meninggalkan kemiliteran sebelum batas dua puluh tahun berdinas, yang akan membuat mereka berusia awal empat puluhan dan mendapatkan pensiun seumur hidup.

Sebuah tulisan pada 2010 yang dipublikasikan oleh Strategic Studies Institute Angkatan Darat memperingatkan bahwa prospek untuk pasukan perwira Angkatan Darat "telah disuramkan oleh pengembalian yang terus menyurut dari investasi ini, seperti yang terbukti dengan menurunnya angka ketahanan dari perwira tingkat junior."

Para kadet akademi West Point telah berhasil melewati pelatihan Beast dan kurikulum akademis yang menantang, lalu pergi, dengan tingkat kepergian yang tertinggi dari semua program pelatihan perwira lainnya—lebih dari para perwira yang datang melalui program ROTC (pelatihan perwira sambil kuliah di perguruan tinggi nonmiliter) atau Officer Candidate School (OCS) yang melatih sarjana sipil atau tentara biasa untuk menjadi perwira. Akhir-akhir ini investasi di pelatihan perwira menunjukkan pengembalian investasi yang justru terbalik: lulusan program OCS tinggal paling lama di kemiliteran, dilanjutkan oleh lulusan program ROTC yang tidak menerima beasiswa apa pun, lalu lulusan ROTC yang menerima dua tahun beasiswa, kemudian lulusan ROTC yang menerima tiga tahun beasiswa, dan akhirnya lulusan West Point serta lulusan ROTC yang menerima beasiswa penuh. Semakin Angkatan Darat mengenali seseorang sebagai calon perwira yang sukses dan mengeluarkan uang untuk mereka, semakin besar kemungkinan mereka untuk pergi sesegera mungkin dari kemiliteran. Tujuan Angkatan Darat adalah mengembangkan perwira senior yang berkarier, bukan sekadar penyintas Beast Barrack. Dari sudut pandang militer, ini adalah pukulan balik yang besar.

Pola ini mencapai proporsi yang sedemikian besar sehingga seorang perwira berpangkat tinggi memutuskan bahwa sebenarnya West Point menciptakan orang-orang yang cepat menyerah dan menyatakan bahwa kemiliteran harus mengurangi investasi di "lembaga yang mengajarkan kadet-kadetnya untuk keluar dari Angkatan Darat."

Tentu saja akademi West Point maupun ROTC tidak mengajar kadetnya untuk meninggalkan kemiliteran. Apakah para kadet itu

tiba-tiba kehilangan ketabahan yang sebelumnya telah membuat mereka lolos dari Beast? Juga bukan begitu. Para penulis tulisan itu—seorang mayor, seorang pensiunan letnan kolonel, dan seorang kolonel, semuanya adalah profesor atau mantan profesor West Point—menunjuk masalahnya sebagai masalah kualitas kecocokan. Semakin Angkatan Darat menganggap seorang calon perwira akan terampil, semakin mereka akan menawarkan beasiswa kepadanya. Dan ketika para penerima beasiswa yang bekerja keras dan berbakat itu berkembang menjadi profesional belia, mereka cenderung menyadari bahwa mereka mempunyai banyak pilihan karier di luar kemiliteran. Pada akhirnya mereka memutuskan untuk mencoba sesuatu yang lain. Dengan kata lain, mereka telah mempelajari hal-hal tentang dirinya sendiri saat berusia dua puluhan tahun lalu merespons dengan membuat keputusan kualitas kecocokan.

Kebocoran "pipa" perwira akademi West Point mulai memunculkan lubang besar pada 1980-an, selama peralihan nasional ke suatu ekonomi pengetahuan. Di akhir abad ke-19, kebocoran itu telah menjadi arus yang deras. Angkatan Darat mulai menawarkan bonus untuk perwira yang mau bertahan—pembayaran tunai untuk perwira junior jika mereka setuju untuk melayani beberapa tahun lagi. Hal ini membebani Rp 7 triliun kepada pembayar pajak dan suatu pemborosan yang besar. Para perwira yang memang berniat untuk tinggal tentu mengambil bonus itu, dan mereka yang sudah berencana untuk pergi tidak mengambilnya. Angkatan Darat mempelajari sebuah pelajaran yang keras: masalahnya bukan pada keuangan, tetapi pada kecocokan.

Di zaman industri—atau zaman "manusia perusahaan", seperti yang disebut oleh para penulis itu—"perusahaan melakukan pengkhususan bidang tingkat tinggi," dengan karyawan yang pada umumnya menangani tantangan yang sama secara berulang. Budaya yang ada saat itu—pensiun yang luas dan berganti pekerjaan dipandang sebagai ketidaksetiaan—dan pengkhususan bidang adalah rintangan bagi mobilitas karyawan di luar perusahaan. Selain itu,

tidak ada insentif bagi perusahaan untuk merekrut dari luar jika karyawan secara teratur menghadapi lingkungan pembelajaran yang ramah, jenis di mana pengalaman yang berulang saja akan menjurus ke peningkatan. Pada 1980-an, budaya perusahaan mengalami perubahan. Ekonomi pengetahuan telah menciptakan "tuntutan yang sangat besar bagi ... karyawan yang memiliki bakat untuk konseptualisasi dan penciptaan pengetahuan." Sekarang, keterampilan konseptual yang luas akan membantu di berbagai pekerjaan, dan tiba-tiba kontrol atas perjalanan karier beralih dari karyawan, yang melihat ke dalam ke tangga peluang, ke majikan, yang mengintip ke luar ke jejaring kemungkinan yang sangat luas. Di sektor swasta, bursa bakat yang efisien muncul dengan cepat saat para pekerja berkeliling untuk mencari kualitas kecocokan. Selagi dunia berubah, Angkatan Darat masih tersangkut di tangga zaman industri.

Para profesor West Point menjelaskan bahwa Angkatan Darat, seperti banyak organisasi birokratis lain, melewatkan bursa-bursa kualitas kecocokan. "Tidak ada mekanisme bursa kecocokan bakat," tulis mereka. Ketika seorang perwira junior berganti arah dan meninggalkan Angkatan Darat, itu tidaklah menandakan hilangnya dorongan. Hal itu justru menandakan bahwa dorongan yang kuat untuk perkembangan pribadi telah mengubah tujuan dari perwira itu. "Saya belum bertemu dengan rekan angkatan yang meninggalkan Angkatan Darat lalu menyesalinya," kata Ashley Nicolas, mantan perwira intelijen. Ia menjadi guru matematika lalu seorang pengacara. Ia menambahkan bahwa semua temannya yang telah meninggalkan Angkatan Darat bersyukur untuk pengalaman itu, meskipun itu tidak menjadi karier sepanjang hidup.

Ketika sektor swasta menyesuaikan diri dengan kebutuhan akan kualitas kecocokan yang tinggi, Angkatan Darat hanya melempar uang pada orang-orang. Namun, itu diam-diam mulai berubah. Entitas yang paling hierarkis itu telah menemukan keberhasilan dalam merangkul kelenturan kecocokan. The Officer Career Satisfaction Program (Program Kepuasan Karier Perwira) telah di-

rancang sedemikian rupa sehingga lulusan ROTC dan West Point yang diberi beasiswa bisa lebih mengendalikan kemajuan kariernya sendiri. Sebagai imbalan untuk tiga tahun tambahan dinas aktif, program tersebut telah meningkatkan jumlah perwira yang bisa memilih salah satu cabang (infantri, intelijen, teknik, kedokteran gigi, keuangan, kedokteran hewan, teknologi komunikasi, dan lebih banyak lagi) atau lokasi penempatan. Jika bonus uang untuk perwira junior gagal, memfasilitasi kualitas kecocokan berhasil. Dalam empat tahun pertama dari program itu, empat ribu kadet setuju untuk memperpanjang komitmen pelayanannya dengan ditukar menggunakan pilihan.*

Ini baru satu langkah kecil. Ketika Ash Carter—Sekretaris Kementerian Pertahanan—mengunjungi West Point pada 2016 untuk bertemu para siswa, ia dibanjiri pertanyaan dari kadet yang sangat teguh tentang jalan karier kaku yang tidak memperbolehkan mereka untuk menyesuaikan perkembangannya sendiri. Carter telah berikrar untuk membentuk ulang manajemen personalia "zaman industri" Angkatan Darat dari model "naik atau keluar" yang ketat ke model yang memungkinkan perwira untuk memperbaiki kualitas kecocokannya sendiri saat mereka bertumbuh.

Ketika masih lulusan sekolah lanjutan, dengan sedikit keterampilan dan belum terpapar dunia pilihan karier, para kadet West Point mungkin dengan mudah menjawab "Tentu saja bukan saya" kepada kalimat pernyataan di Skala Ketabahan yang berbunyi "Saya sering menetapkan sebuah tujuan, tetapi kemudian memilih untuk

* Angkatan Darat juga telah memulai suatu proses yang disebut "percabangan berdasarkan bakat" di mana mereka bekerja bersama para kadet dan perwira muda untuk membantu menilai bakat dan minat mereka sendiri saat mereka maju dalam pelatihan. Idenya adalah meningkatkan kualitas kecocokan pekerjaan mereka. Seperti yang diperhatikan oleh Kolonel Joanne Moore dalam sebuah presentasi pada 2017, tugas yang diimpikan oleh para kadet ketika mereka memasuki kemiliteran sering kali ternyata tidak cocok. Mereka baru menyadarinya setelah mencoba, jadi kemampuan untuk beralih akan sangat penting untuk mengoptimalkan kualitas kecocokan.

mengejar tujuan lain." Beberapa tahun kemudian, berbekal lebih banyak pengetahuan tentang keterampilan dan pilihan mereka, memilih untuk mengejar tujuan lain bukanlah rute yang tidak teguh lagi; itu adalah rute yang cerdas.

Naluri menarik saya ke riset tentang ketabahan. Saya cenderung menganggap saya memiliki banyak ketabahan, jika kata itu digunakan dalam artian non-ilmiah dan sehari-hari. Setelah lari lintasan, bermain rugbi, basket, dan bisbol di sekolah lanjutan—dan tinggi saya hanya 1,65 meter—saya melanjutkan ke tim lari lintasan 800 meter di perguruan tinggi.

Pada cabang lari 800 meter di tahun pertama kuliah, saya tidak mendekati peringkat pelari yang paling buruk; sayalah *yang paling buruk*. Saya diperbolehkan untuk terus berlatih bersama tim karena selama tidak terpilih untuk bepergian, saya tidak menghabiskan biaya siapa pun, bahkan tidak mendapatkan jatah sepatu yang didapatkan oleh pelari yang terpilih. Ketika tim yang terpilih pergi ke South Carolina untuk berlatih di libur musim semi, saya tetap tinggal di kampus yang sangat sepi dan tidak pulang ke rumah, hanya agar bisa berlatih tanpa gangguan. Saya bertekun selama dua tahun latihan yang membuat orang muntah dan lomba yang melukai ego, sementara pelari yang terpilih telah berhenti dan digantikan oleh pelari terpilih lainnya. Ada banyak hari (dan minggu, dan seluruh bulan atau tiga bulan) ketika saya merasa sepertinya harus menyerah. Namun, saya mempelajari jenis latihan yang cocok untuk saya, dan saya mengalami kemajuan. Saat musim lomba di tahun-tahun senior, saya berhasil memasuki daftar sepuluh besar pelari dalam ruangan, dua kali pelari All-East, dan bagian dari tim lari estafet yang memecahkan rekor universitas. Satu-satunya orang lain di kelas saya yang memegang rekor universitas adalah teman sekamar saya yang teguh. Hampir semua pelari yang terpilih dari angkatan kami telah berhenti berlari. Lucunya, saya dihadiahi

Gustave A. Jaeger Memorial Prize untuk atlet yang "mencapai keberhasilan atletik yang bermakna di hadapan tantangan dan kesulitan yang tidak biasa"—"tantangan dan kesulitan yang tidak biasa" hanya karena pada awalnya saya gagal total. Setelah penyerahan penghargaan, pelatih utama—yang jarang berbincang dengan saya tentang ketabahan—menceritakan bahwa ia pernah merasa kasihan melihat saya berlatih di tahun pertama.

Tidak ada yang terlalu istimewa dari kisah itu—kisah seperti itu ada di setiap tim. Namun, saya pikir itu menunjukkan cara pendekatan saya terhadap tantangan. Bagaimanapun, saya berada di persentil kelima puluh pada Skala Ketabahan dibandingkan orang dewasa Amerika pada umumnya. Saya mendapatkan banyak poin untuk penilaian diri sebagai pekerja keras yang tidak berkecil hati menghadapi pukulan mundur, tetapi saya kehilangan banyak poin untuk mengakui bahwa "minat saya berubah dari tahun ke tahun", dan, seperti banyak lulusan West Point lainnya, terkadang saya "menetapkan sebuah tujuan, tetapi kemudian memilih untuk mengejar tujuan lain". Ketika berusia tujuh belas tahun dan yakin bahwa saya akan pergi ke U.S. Air Force Academy untuk menjadi pilot lalu astronaut, mungkin saya akan memberi nilai tertinggi di Skala Ketabahan untuk diri saya. Saya terus menghubungi anggota kongres dari daerah pemilihan Chicago, Sidney Yates, sampai ia setuju untuk mencalonkan diri saya.

Namun, saya tidak pernah melakukan itu. Di menit terakhir, saya malah berubah pikiran dan pergi ke tempat lain untuk belajar ilmu politik. Saya mengambil kuliah ilmu politik, lalu berakhir dengan ilmu bumi dan lingkungan hidup sebagai bidang pilihan utama dan astronomi sebagai bidang pilihan tambahan, yakin bahwa saya akan menjadi ilmuwan. Saya bekerja di laboratorium selama dan sesudah kuliah lalu menyadari bahwa saya bukan tipe orang yang ingin menghabiskan hidup dengan mempelajari satu atau dua hal yang baru bagi dunia, tetapi tipe orang yang selalu ingin mempelajari hal-hal yang baru lalu membagikannya. Saya beralih dari

sains ke jurnalisme; tugas pertama saya adalah wartawan jalanan dinas malam di New York City. (Tidak ada hal membahagiakan yang terjadi di antara tengah malam dan jam 10 pagi, yang diliput di *New York Daily News*). Bertumbuhnya pengetahuan diri terus mengubah tujuan dan minat sampai saya mendarat di sebuah karier yang pada intinya adalah mempelajari minat yang luas. Ketika kemudian saya bekerja di *Sports Illustrated*, para siswa yang teguh bertanya kepada saya apakah lebih baik belajar jurnalisme atau bahasa Inggris untuk bisa bekerja di majalah itu. Saya menjawab bahwa saya tidak tahu, tetapi kelas statistik atau biologi tidak akan pernah melukai siapa pun.

Saya rasa dengan berjalannya waktu, saya tidak menjadi kurang bersemangat atau kurang fleksibel, begitu pula semua mantan kadet West Point yang telah meninggalkan Angkatan Darat. Masuk akal bagi saya bahwa ketabahan adalah faktor peramal yang kuat bagi para kadet yang berusaha melewati pelatihan awal yang keras, atau bagi satu sampel anak sekolah atau peserta lomba ejaan. Pada orang-orang yang sangat muda, sering kali tujuan telah ditetapkan untuk mereka atau setidaknya mereka memiliki "menu" yang terbatas untuk dipilih, dan adalah tantangan yang besar untuk mengejar tujuan itu dengan semangat dan kelenturan. Begitu pula bagi para pelari 800 meter. Salah satu aspek yang paling menarik dari tujuan olahraga adalah betapa mudah dan langsungnya mereka bisa diukur. Pada akhir minggu terakhir dari Olimpiade Musim Dingin 2018, Sasha Cohen—seorang peluncur pemegang medali perak pada 2006—menulis sebuah kolom nasihat untuk para pensiunan atlet. "Atlet Olimpiade perlu mengerti bahwa aturan hidup berbeda dari aturan olahraga," tulisnya. "Ya, setiap hari berusaha keras untuk mencapai sebuah tujuan tinggi berarti Anda memiliki ketabahan, ketekunan, dan kelenturan. Namun, kemampuan untuk mendorong diri secara mental dan fisik dalam lomba berbeda dari tantangan baru yang menanti Anda. Jadi, setelah Anda pensiun, lakukanlah perjalanan, tulislah puisi, cobalah memulai bisnis Anda sendiri,

bergadang cukup larut, atau mengabdikan waktu untuk sesuatu yang tidak memiliki tujuan akhir yang jelas." Di dunia kerja yang lebih luas, menemukan tujuan dengan kualitas kecocokan yang tinggi adalah sebuah tantangan yang lebih besar, dan kegigihan yang hanya demi kegigihan itu sendiri akan bisa menghalangi jalan.

Sebuah survei Gallup internasional akhir-akhir ini pada lebih dari dua ratus ribu karyawan di 150 negara melaporkan bahwa 85% "tidak terlibat" dengan pekerjaannya atau "aktif tidak melibatkan diri". Menurut Seth Godin, dalam kondisi seperti itu, menyerah dan berganti pekerjaan memerlukan lebih banyak keberanian daripada terus melanjutkan dan dihanyutkan seperti sampah di ombak laut. Masalahnya, kata Godin memperhatikan, manusia dibingungkan oleh "biaya tenggelam dari kesesatan". Setelah menanam waktu dan modal untuk sesuatu, kita enggan meninggalkannya, karena itu berarti kita menyia-nyiakan waktu atau modal yang telah kita tuang, walaupun keduanya sudah hilang. Penulis, doktor psikologi, dan pemain poker profesional, Maria Konnikova, menjelaskan di bukunya yang berjudul *The Confidence Game* bagaimana pikiran tentang biaya tenggelam itu telah tertanam begitu dalam sehingga penipu mengetahui bagaimana ia harus mulai dengan meminta beberapa kebaikan atau investasi kecil kepada sasarannya sebelum lanjut ke permintaan yang lebih besar. Sekali sasarannya telah menanam tenaga atau uang, alih-alih menjauh dari biaya yang tenggelam, ia akan terus menanam modal, lebih dari yang ia inginkan, bahkan ketika para pengamat yang rasional bisa melihat kedatangan bencana. "Semakin kita sudah menanam modal dan rugi," tulis Konnikova, "semakin lama kita akan bertahan dalam bersikeras bahwa kelak semuanya akan berhasil."

Steven Naifeh menghabiskan satu dekade untuk meriset kehidupan Van Gogh, jadi saya memintanya untuk mengisi kuis ketabahan atas nama Van Gogh. Etika kerja Van Gogh luar biasa untuk dipercaya. Ia begitu dirasuki oleh gambaran yang ayahnya pernah gunakan dalam kotbah tentang penabur, yang harus bekerja di saat

ini untuk menuai di masa depan. "Pikirkan semua ladang yang dilalaikan oleh orang-orang yang berpandangan pendek," kata Dorus van Gogh dalam kotbahnya. Ia menggunakan gambaran itu, tulis Naifeh dan Smith, sebagai "teladan utama dari ketekunan dalam menghadapi kesusahan." Di setiap pekerjaan yang pernah ia miliki, Vincent yakin bahwa jika ia bekerja lebih keras dari semua orang lain di sekitarnya, ia akan sukses. Namun, kemudian ia gagal. Minatnya langsung padam. Bahkan setelah menetapkan dirinya untuk menjadi seniman, ia mengabdikan seluruh energinya ke satu gaya atau medium hanya untuk kemudian menyingkirkannya secara total. Naifeh dan Smith menggunakan sebuah ungkapan yang anggun untuk menggambarkan renjana Van Gogh yang sering berubah: "injil yang diubah". Kalimat pernyataan di Skala Ketabahan yang berbunyi "Saya telah terobsesi oleh ide atau proyek tertentu dalam waktu singkat, tetapi kemudian kehilangan minat" adalah ciri khas Van Gogh, setidaknya sampai beberapa tahun terakhir dari hidupnya ketika ia berdamai dengan gaya uniknya dan kreativitasnya meledak. Van Gogh adalah contoh dari optimalisasi kualitas kecocokan, wujud hidup dari proses bandit berlengan majemuknya Robert Miller. Ia menguji pilihan dengan kepekatan yang besar-besaran dan sesegera mungkin mendapatkan sinyal informasi yang maksimal tentang kecocokannya, lalu beralih ke sesuatu yang lain dan mengulang lagi semuanya, sampai ia sudah menempuh jalan yang berliku ke tempat yang belum pernah didatangi orang lain, dan di mana hanya ia sendiri yang unggul. Menurut penilaian Naifeh, di Skala Ketabahan, Van Gogh mendapat nilai tinggi untuk kerja keras tetapi nilai rendah untuk menepati setiap tujuan atau proyek. Ia mendarat di persentil ke-40.

Mulai 2017, saya mendapat kehormatan diundang untuk bekerja dengan para veteran guna mengulas lamaran mereka kepada Pat Tillman Foundation, organisasi yang sering saya bicarakan sejak

2015 dan yang menyediakan beasiswa bagi para veteran, militer yang masih dinas aktif, dan pasangan anggota militer. Banyak lamaran berasal dari alumni West Point yang ambisius.

Esai mereka menakjubkan dan menginspirasi. Hampir setiap orang membicarakan beberapa pelajaran pembentukan yang telah dipelajarinya di Afghanistan, di tim penyelamat korban badai domestik, ketika menerjemahkan bahasa di bawah tekanan, sebagai pasangan yang harus berpindah-pindah dan mengatur pelayanan untuk pasangan militer lainnya, atau bahkan ketika menjadi semakin frustrasi menghadapi beberapa aspek dari konflik militer atau kelemahan birokrasi. Intinya, beberapa pengalaman yang tidak diduga telah menjuruskan ke tujuan baru yang tidak diduga atau penemuan bakat yang belum terjelajahi.

Pelamar yang mendapatkan pendanaan bergabung dengan komunitas Tillman Scholars, kelompok orang yang memiliki pencapaian tinggi yang kepeduliannya tentang berganti arah di saat yang lebih lanjut dibandingkan sebayanya telah membantu menginspirasi buku ini. Praktisnya, diskusi tentang pengkhususan bidang di saat lanjut telah menjadi obat bagi kecemasan mereka tentang waktu yang telah mereka habiskan untuk melakukan dan mempelajari hal-hal yang sekarang mereka syukuri karena telah pernah melakukan dan mempelajarinya.

Tidak ada orang berpikiran sehat yang akan mengatakan bahwa renjana dan kegigihan tidaklah penting, atau bahwa hari yang buruk adalah petunjuk untuk berhenti dan menyerah. Namun, gagasan bahwa perubahan minat atau rekalibrasi fokus adalah suatu ketidaksempurnaan dan kerugian kompetitif akan menjurus ke kisah Tiger, kisah yang sederhana dan satu kisah yang dianggap cocok untuk semua orang: pilih dan bertekun, sesegera mungkin. Merespons pengalaman pergantian arah, seperti yang telah dilakukan oleh Van Gogh sebagai kebiasaan, seperti yang telah dilakukan oleh lulusan West Point sejak lahirnya ekonomi pengetahuan, memang berantakan tetapi bukannya tidak penting. Hal ini memerlukan

perilaku tertentu yang meningkatkan peluang untuk menemukan kecocokan yang terbaik, tetapi secara sekilas itu terdengar seperti strategi hidup yang buruk: perencanaan jangka pendek.

BAB 7

Menyapa Berbagai Kemungkinan dari Diri Anda

FRANCES HESSELBEIN DIBESARKAN di daerah pegunungan Pennsylvania Barat, di tengah keluarga yang tertarik dengan pabrik baja dan tambang batu bara. Ia sering berkata, "Di Johnstown, 5.30 berarti 5.30." Jadi, jika para eksekutif, perwira militer, dan anggota legislatif yang mengantre di luar pintu kantor Manhattan-nya untuk mendapatkan nasihat kepemimpinan darinya selama satu jam penuh, sebaiknya mereka datang tepat waktu. Bahkan dengan ulang tahun keseratus yang telah ia lampaui, setiap hari kerja ia berada di kantornya dengan lebih banyak pekerjaan daripada yang bisa ia selesaikan. Hesselbein senang menceritakan kepada tamu-tamunya bahwa ia telah memiliki empat jabatan profesional, semuanya adalah jabatan presiden atau CEO, tetapi tidak pernah melamar untuk jabatan itu. Malah sebenarnya, ia berusaha menolak tiga di antaranya. Ketika menebak ke mana hidup akan membawanya, ia nyaris selalu salah.

Di sekolah lanjutan, ia memimpikan kehidupan akademik sebagai penulis drama. Setelah lulus, ia mendaftar ke University of Pittsburgh's Junior College, "Junior Pitt". Ia senang bereksperimen dengan berbagai bidang pelajaran, tetapi ayahnya jatuh sakit di tahun pertamanya. Hesselbein yang berusia tujuh belas tahun—ter-

tua dari tiga anak—mengelus pipi ayahnya di rumah sakit saat ia berpulang. Ia mencium dahi ayahnya dan berjanji untuk mengasuh keluarganya. Ia menyelesaikan semester itu, keluar dari sekolah, lalu bekerja sebagai asisten administrasi di toko Penn Traffic Company.

Tidak lama kemudian ia menikah lalu melahirkan seorang putra tepat saat suaminya, John, harus melapor ke Angkatan Laut selama Perang Dunia II. John melayani sebagai fotografer pasukan tempur udara, dan ketika kembali ia mendirikan studio, melakukan segala sesuatu mulai dari foto untuk anak sekolah lanjutan sampai film dokumenter. Hesselbein mempunyai pekerjaan serabutan yang ia sebut "membantu John". Ketika seorang pelanggan menginginkan foto anjingnya tampak seperti lukisan, ia meraih cat minyak dan mewarnainya, *voilà*!

Hesselbein mengagumi keragaman kota Johnstown, tetapi itu memberinya beberapa pelajaran buruk. Sebagai bagian dari Pennsylvania Human Relations Commission yang baru dibentuk, John merespons tindakan diskriminatif di kota itu, misalnya salon yang tidak mau mencukur orang kulit hitam. "Saya tidak mempunyai alat yang tepat," kata pencukur. John menjawab, "Kalau begitu Anda harus membeli alat yang tepat." Ketika John menegur seorang guru yang mengeluarkan dua anak kulit hitam dari lapangan bermain, guru itu menyebutnya "pengkhianat." Saat itu Hesselbein memutuskan bahwa suatu komunitas yang menghargai pembauran harus menjawab "ya" pada pertanyaan, "Ketika mereka memandang kita, bisakah mereka menemukan diri mereka sendiri?"

Ketika Hesselbein berusia tiga puluh empat tahun, seorang perempuan terkemuka di komunitasnya mampir ke rumahnya dan meminta ia untuk memimpin Pasukan Pramuka Putri 17 secara sukarela. Pemimpin sebelumnya pergi untuk menjadi misionaris di India, dan tetangga lain menolak permintaannya. Begitu pula Hesselbein, ia menolak tiga kali. Ia mempunyai seorang putra berusia delapan tahun, dan mengatakan bahwa ia tidak tahu apa-apa tentang gadis-gadis kecil. Pada akhirnya perempuan itu mengatakan

bahwa kelompok gadis berusia sepuluh tahun yang berjumlah tiga puluh orang dan berasal dari keluarga sederhana yang bertemu di lantai terbawah gereja itu terpaksa harus dibubarkan. Hesselbein setuju untuk menggantikan pemimpin selama enam minggu, sampai mereka menemukan pemimpin yang sesungguhnya.

Sebagai persiapan, ia membaca buku-buku tentang Pasukan Putri. Ia membaca bahwa organisasi itu didirikan delapan tahun sebelum perempuan mendapatkan hak pilih di Amerika Serikat, dan bahwa pendirinya telah mengingatkan para gadis bahwa mereka bisa menjadi "dokter, pengacara, penerbang, atau penerbang balon udara." Hesselbein teringat saat kelas dua SD, ketika ia mengumumkan ingin menjadi pilot dan teman-teman kelasnya tertawa. Jadi, ia datang ke lantai terbawah gereja untuk memulai pekerjaan enam minggunya. Akhirnya, ia tinggal bersama Pasukan 17 selama delapan tahun, sampai anak-anak itu lulus SMA.

Sesudahnya, Hesselbein terus berperan di Kepramukaan Putri, peran-peran yang tidak dicarinya atau tidak ia niatkan. Usianya di pertengahan empat puluhan tahun ketika ia meninggalkan negara untuk pertama kalinya, untuk pertemuan Pramuka Putri internasional di Yunani. Lalu, lebih banyak perjalanan—India, Thailand, Kenya. Hesselbein menyadari bahwa ternyata ia senang menjadi relawan.

Ia diminta untuk mengepalai kampanye United Way setempat ketika peran itu sama asingnya dengan penerbang bagi kaum perempuan. Itu pekerjaan sukarela, jadi ia pikir tidak akan ada ruginya. Namun, ketika ia menunjuk presiden dari United Steelworkers of America setempat sebagai wakilnya, tiba-tiba presiden United Way memutuskan bahwa itu bukan ide yang bagus dan ia harus menanyakannya kepada Bethlehem Steel, sekutu utamanya. Hesselbein bertahan dan berhasil mendapatkan dukungan dari perusahaan maupun serikat. Tahun itu, kota kecil Johnstown, Pennsylvania memiliki angka tertinggi untuk pemberian per orang dari semua kampanye United Way di Amerika. Tentu saja menurut Hesselbein

itu adalah peran yang sementara, jadi di tahun berikutnya ia melepaskan peran itu.

Pada 1970, tiga pemimpin bisnis Johnstown yang mendukung Kepramukaan Putri mengundang Hesselbein untuk makan siang. Mereka memberitahu bahwa mereka telah memiliki direktur eksekutif yang baru dari dewan Kepramukaan Putri setempat. Direktur sebelumnya pergi dan dewan sedang mengalami kesulitan keuangan yang serius.

"Bagus sekali, siapa dia?" tanyanya.

"Anda," jawab mereka.

"Saya tidak akan pernah mengambil pekerjaan profesional," katanya kepada mereka. "Saya adalah relawan."

Salah satu pebisnis itu berada di dewan United Way, dan ia berkata bahwa jika Hesselbein tidak mau menerima pekerjaan itu dan membereskan keuangan, Kepramukaan Putri akan kehilangan kemitraan dengan United Way. Jadi, ia setuju untuk mengambil peran itu selama enam bulan saja, lalu akan menepi untuk profesional yang lebih berpengalaman. Di usia lima puluh empat tahun, ia memulai apa yang ia sebut pekerjaan profesional pertamanya. Ia melahap buku-buku manajemen, dan dalam sebulan ia menyadari bahwa pekerjaan itu cocok baginya. Ia bertahan di pekerjaan itu selama empat tahun.

Namun, bahkan ketika pekerjaannya berjalan dengan baik, suasana latar belakang tidaklah bagus. Di akhir 1960-an dan awal 1970-an, peradaban berubah dengan dramatis. Sementara Kepramukaan Putri tidak berubah. Banyak sekali gadis yang sedang bersiap untuk perguruan tinggi dan berkarier, dan mereka membutuhkan informasi untuk topik-topik yang pelik, seperti seks dan obat terlarang. Kepramukaan Putri berada di krisis eksistensial. Keanggotaannya menurun drastis. Posisi CEO kosong selama hampir setahun. Pada 1976, komite pencarian CEO mengundang Hesselbein ke New York City untuk wawancara. CEO Kepramukaan Putri sebelumnya memiliki banyak kredensial kepemimpinan.

Kapten Dorothy Stratton adalah seorang profesor psikologi, dekan universitas, direktur pendiri U.S. Coast Guard Women's Reserve, dan direktur personalia pertama di International Monetary Fund. Kepala eksekutif yang terbaru adalah Dr. Cecily Cannan Selby, yang pada usia enam belas tahun memasuki Radcliffe College dan kelak menggunakan ijazah doktoral biologi fisik dari MIT untuk menerapkan teknologi masa perang ke kajian sel. Posisi kepemimpinan nasional Selby merentang di dunia industri dan pendidikan. Sementara itu, Hesselbein hanyalah kepala dewan Kepramukaan Putri setempat, hanya satu dari 335 dewan di seluruh Amerika. Ia berencana untuk menghabiskan hidupnya di Pennsylvania, jadi dengan sopan ia menolak wawancara itu.

Namun, John menerimanya. Ia berkata bahwa istrinya bisa saja menolak, tetapi ia sendiri yang akan mengantar istrinya ke sana untuk melakukannya. Karena tidak berminat pada pekerjaan itu, Hesselbein santai-santai saja ketika komite bertanya apa yang akan dilakukannya jika ia menjadi CEO. Hesselbein menjelaskan transformasi total dari organisasi yang sarat tradisi itu: kegiatan akan diolah kembali agar tetap relevan—akan banyak memuat matematika, sains, dan teknologi; struktur kepemimpinan yang hierarkis diruntuhkan untuk "manajemen lingkaran". Alih-alih sebagai anak tangga, staf di semua tingkatan akan menjadi bulir-bulir dari sebuah gelang konsentrik, dengan kontak majemuk yang bisa memajukan ide-ide dari dewan lokal ke pembuat keputusan nasional yang berada di tengah lingkaran. Akhirnya, organisasi akan inklusif: ketika para gadis dari semua latar belakang melihat Kepramukaan Putri, mereka akan menemukan diri mereka sendiri.

Hesselbein tiba di New York City pada 4 Juli 1976, sebagai CEO dari organisasi yang beranggotakan tiga juta orang. Hilanglah buku pegangan standar keramat untuk pramuka putri, digantikan dengan empat buku pegangan, masing-masing menyasar kelompok usia tertentu. Ia menyewa para seniman dan mengatakan kepada mereka bahwa seorang gadis pribumi berusia enam tahun di de-

kat sungai es di Alaska yang membuka buku pegangan sebaiknya melihat seseorang yang tampak seperti dirinya yang mengenakan seragam Pramuka Putri. Ia menugaskan riset tentang pesan yang bisa mengundang gadis-gadis dari semua latar belakang. Itu semua berpuncak di poster-poster pemasaran yang puitis. Salah satu poster yang menyasar pribumi Amerika berbunyi, "Nama kalian ada di sungai-sungai."

Hesselbein diberitahu bahwa keragaman memang bagus, tetapi upaya pembaurannya terlalu banyak dan terlalu cepat. Perbaiki dulu masalah organisasi, lalu baru urus soal keragaman. Namun, ia telah memutuskan bahwa keragaman *adalah* masalah utama organisasi, jadi ia malah melakukannya lebih jauh lagi. Ia menyusun sebuah tim kepemimpinan yang mewakili anggota sasarannya, dan memodernisasi segala sesuatu, mulai dari pernyataan misi sampai lencana pencapaian. Sekarang akan ada lencana untuk matematika dan komputasi pribadi. Ia membuat keputusan yang menyakitkan untuk menjual bumi-bumi perkemahan yang sangat dicintai oleh para relawan dan staf sejak masa muda mereka tetapi sudah tidak banyak digunakan lagi.

Hesselbein menjabat CEO selama tiga belas tahun. Di bawah kepemimpinannya, keanggotaan kaum minoritas bertambah tiga kali lipat; Pramuka Putri menambah seperempat juta anggota dan lebih dari 130.000 relawan baru. Bisnis biskuit bertumbuh menjadi lebih dari Rp 7 triliun per tahun.

Pada 1990, Hesselbein pensiun dari Kepramukaan Putri. Pakar manajemen yang dihormati, Peter Drucker, mengumumkan Hesselbein sebagai CEO terbaik di Amerika. "Ia bisa mengelola perusahaan apa pun di Amerika," katanya. Berbulan-bulan kemudian, CEO General Motors pensiun. Ketika *Business Week* bertanya kepada Drucker siapa seharusnya pemimpin berikutnya dari GM, ia berkata, "Saya *sih* akan memilih Frances."

Keesokan pagi setelah ia pensiun pada 1990, Hesselbein mendapat telepon kejutan dari kepala perusahaan asuransi Mutual of America yang bertanya kapan ia bisa datang untuk melihat kantor barunya di Fifth Avenue. Ia sudah berada di dewan perusahaan itu, dan perusahaan memutuskan menginginkan dirinya untuk juga hadir di tengah perusahaan; ia bisa memikirkan sendiri apa yang ingin ia lakukan dengan kantor barunya. Saat itu ia sudah terbiasa hidup tanpa rencana jangka panjang, karena di sepanjang hidupnya ia telah mempelajari segalanya sambil berjalan.

Hesselbein memutuskan untuk membentuk sebuah yayasan untuk manajemen nirlaba guna membantu menerapkan praktik bisnis yang terbaik bagi kewiraswastaan sosial. Ia akan duduk di dewan, tetapi ia telah membeli sebuah rumah di Pennsylvania, di mana ia bisa menetap untuk beberapa waktu dan menulis buku. Tim pendiri yayasan meminta Peter Drucker untuk menjadi ketua kehormatan. Ia bersedia, dengan syarat Hesselbein menjadi CEO. Berakhirlah rencananya untuk menulis buku di Pennsylvania. Enam minggu setelah melepas helm dari organisasi gadis dan perempuan terbesar di dunia, ia adalah CEO dari sebuah yayasan yang tidak memiliki uang atau aset, kecuali sebuah kantor gratis, yang cukup baginya untuk memulai. Ia membentuk staf, dan kini sedang sibuk menjalankan Frances Hesselbein Leadership Institute.

Ia tidak pernah lulus dari perguruan tinggi, tetapi kantornya dihias dengan dua puluh tiga gelar doktor kehormatan, plus sebuah pedang mengilat yang dihadiahkan kepadanya oleh U.S. Military Academy karena telah mengajar kelas-kelas kepemimpinan di sana—juga Presidential Medal of Freedom, penghargaan tertinggi untuk orang sipil di Amerika Serikat. Ketika mengunjunginya tepat setelah ulang tahunnya yang ke-101, saya membawakan secangkir susu yang telah diuap, seperti yang telah dinasihatkan kepada saya, dan langsung menanyakan apa pendidikan yang telah menyiapkannya untuk kepemimpinan. Sebuah pertanyaan yang salah. "Oh, jangan tanya apa pendidikan saya," jawabnya dengan lambaian tangan

yang seakan menyingkirkan sesuatu. Ia menjelaskan bahwa ia hanya melakukan apa yang sepertinya akan mengajarkan sesuatu kepadanya dan memperbolehkannya untuk melayani, dan itu menambah pembelajarannya. Seperti yang dikatakan oleh Steven Naifeh tentang kehidupan Van Gogh, muncul beberapa "proses pencernaan yang tidak bisa dirumuskan" saat pengalaman yang beragam terkumpul. "Saya tidak menyadari bahwa saya sedang disiapkan," katanya kepada saya. "Saya tidak berniat untuk menjadi pemimpin, saya hanya belajar melakukan apa yang diperlukan saat itu."

Ketika ditilik kembali, Hesselbein bisa menebak pelajaran yang tidak pernah ia kenali ketika ia sedang mengalaminya. Ia melihat kekuatan dari pembauran dan pemisahan di Johnstown yang beragam. Ia belajar untuk menjadi serbabisa di bisnis fotografi suaminya. Sebagai pemimpin baru pasukan kepramukaan, anak didiknya lebih berpengalaman darinya, dan ia mengandalkan kepemimpinan bersama. Ia menyatukan para pemangku kepentingan yang normalnya saling bertentangan untuk kampanye United Way. Karena belum pernah pergi keluar negeri sebelum ke pertemuan Kepramukaan Putri internasional, ia belajar untuk segera menemukan kesamaan dengan rekan-rekan dari seluruh dunia.

Pada acara pelatihan Kepramukaan Putri pertama yang ia hadiri, ia mendengar pemimpin baru dari pasukan lainnya mengeluh bahwa ia tidak mendapat apa pun dari sesi itu. Hesselbein menceritakan itu kepada seorang pekerja pabrik baju yang juga menjadi relawan, dan perempuan itu berkata, "Seseorang harus membawa keranjang besar untuk membawa pulang sesuatu." Sampai hari ini ia mengulang kalimat itu, untuk mengatakan bahwa benak yang terbuka akan mengambil sesuatu dari setiap pengalaman baru.

Ini adalah falsafah alami bagi seseorang yang berusia enam puluh tahun ketika ia berusaha menolak wawancara untuk pekerjaan yang kemudian menjadi panggilannya. Ia tidak mempunyai rencana jangka panjang, hanya rencana untuk melakukan apa yang menarik atau diperlukan saat itu. "Saya tidak pernah membayangkan [suatu visi]" adalah kata pengantarnya yang paling populer.

Karier profesional Hesselbein, yang dimulai di pertengahan usia lima puluhan, memang luar biasa. Namun, jalannya yang berputar-putar tidaklah istimewa.

Todd Rose, direktur program Mind, Brain, and Education di Harvard, dan Ogi Ogas, ilmuwan persarafan komputasional, harus menebar jala yang sangat lebar ketika memulai kajian tentang jalan karier yang sangat berliku. Mereka ingin menemukan orang-orang yang puas dan sukses, dan yang tiba di sana setelah berputar-putar. Mereka merekrut orang-orang sukses, mulai dari ahli anggur dan penyelenggara kegiatan sampai pelatih hewan, penyelaras piano, bidan, arsitek, dan insinyur. "Kami merasa harus mewawancarai lima orang untuk setiap orang yang telah membuka jalannya sendiri," kata Ogas kepada saya. "Awalnya kami pikir mereka bukan mayoritas, atau bahkan tidak banyak."

Ternyata, setiap orang telah menjalani apa yang tampak seperti jalan yang tidak biasa. "Yang lebih menakjubkan lagi, mereka semua pikir mereka adalah anomali," kata Ogas. Empat puluh lima dari lima puluh subjek pertamanya menceritakan jalan profesional yang begitu berliku sampai-sampai mereka merasa malu karena telah melompat dari satu hal ke hal lainnya di sepanjang kariernya. "Mereka menambahkan kalimat pengingkaran, 'Ah, sebagian besar orang tidak melakukannya dengan cara ini,'" kata Ogas. "Mereka telah diberitahu bahwa keluar dari jalan awal adalah tindakan yang berisiko. Namun, sebenarnya seharusnya kita semua mengerti, ini bukan ganjil, ini adalah norma." Kemudian, riset itu mendapatkan nama yang tepat, Dark Horse Project, karena bahkan ketika subjek kajian ditambah, sebagian besar memandang dirinya sebagai kuda hitam yang mengikuti apa yang tampak seperti jalan yang ganjil.*

* Data Bureau of Labor Statistics menunjukkan bahwa istilah Milenial yang berpindah-pindah secara profesional sebenarnya hanyalah lanjutan alami dari tren

Kuda hitam memburu kualitas kecocokan. "Mereka tidak pernah melihat sekeliling dan berkata, 'Oh, saya akan tertinggal di belakang, orang-orang itu memulai lebih dini dan memiliki lebih banyak hal daripada saya di usia yang lebih muda,'" kata Ogas kepada saya. "Mereka terus berfokus, 'Inilah saya di saat ini, inilah motivasi saya, inilah yang saya temukan bahwa saya senang melakukannya, inilah yang ingin saya pelajari, dan inilah peluang saya. Yang mana yang paling cocok untuk saya *saat ini*? Dan mungkin setahun dari sekarang saya akan beralih lagi karena saya akan menemukan sesuatu yang lebih baik.'"

Setiap kuda hitam memiliki perjalanan yang baru, tetapi strategi yang umum. "Rencana jangka pendek," kata Ogas. "Mereka semua mempraktikkannya, bukan rencana jangka panjang." Bahkan orang-orang yang dari jauh tampak seperti visioner jangka panjang, biasanya akan tampak seperti perencana jangka pendek jika dilihat dari dekat. Ketika pendiri Nike, Phil Knight, ditanya pada 2016 tentang visi jangka panjangnya dan bagaimana ia mengetahui apa yang ia inginkan ketika ia menciptakan perusahaannya, ia menjawab bahwa sebenarnya yang ia ketahui adalah ia ingin menjadi seorang atlet profesional. Namun, ia tidak cukup baik, jadi ia beralih untuk sekadar menemukan cara untuk tetap terlibat dengan olahraga. Kebetulan ia mengikuti lari lintasan di bawah bimbingan pelatih perguruan tinggi yang senang dengan sepatu dan yang kelak menjadi rekan pendirinya. "Saya merasa kasihan pada orang-orang yang tahu dengan pasti apa yang akan mereka lakukan sejak mereka masih tahun pertama di sekolah lanjutan," katanya. Dalam memoarnya, Knight menulis bahwa ia "tidak terlalu mempersoalkan penetapan tujuan," dan bahwa tujuan utamanya untuk perusahaan sepatunya adalah gagal cukup cepat agar ia bisa menerapkan apa yang

---

ekonomi pengetahuan. Lima puluh persen generasi lanjut dari *Baby Boomers* (lahir antara tahun 1957 dan 1964) memegang sedikitnya sebelas pekerjaan yang berlainan di antara usia delapan belas dan lima puluh tahun, dan itu sama bagi pria dan wanita dari berbagai tingkat pendidikan.

ia pelajari ke upaya berikutnya. Ia membuat satu tujuan jangka pandek ke tujuan pendek lainnya, dan menerapkan pelajarannya sambil berjalan.

Adalah rasional untuk menukar jalan berliku dari penjelajahan diri demi sebuah tujuan yang kaku disertai awal yang unggul karena itu akan memastikan stabilitas. Ogas menyebut kepercayaan budaya itu dengan istilah "perjanjian standardisasi". "Orang-orang kajian kami yang puas memang mengejar sebuah tujuan jangka panjang, tetapi mereka hanya merumuskannya sesudah suatu periode penemuan," katanya kepada saya. "Tentu saja, tidak ada yang salah dari mendapatkan ijazah kedokteran atau doktoral. Namun, sebenarnya akan lebih berisiko untuk membuat komitmen seperti itu sebelum Anda mengetahui apakah itu cocok untuk Anda. Dan jangan mempertimbangkan sebuah jalan secara pasti dan kaku. Setengah jalan di sekolah kedokteran, orang menyadari hal-hal tentang dirinya sendiri." Misalnya Charles Darwin.

Atas permintaan ayahnya, ia berencana menjadi dokter, tetapi ia mendapati kuliah kedokteran "membosankan tak tertahankan," dan di tengah pendidikannya, ia berjalan keluar dari suatu operasi dengan noda serbuk dari gergaji bedah. "Saya tidak akan pernah menghadirinya lagi," tulis Darwin, "karena tidak ada dorongan yang akan cukup kuat untuk membuat saya melakukannya." Saat itu Darwin adalah seorang literalis Kitab Suci, dan berpikir bahwa ia akan menjadi pemuka agama. Ia berpindah-pindah kelas, termasuk kelas botani bersama seorang profesor yang kemudian menganjurkannya untuk suatu posisi yang tidak dibayar di atas kapal HMS *Beagle*. Setelah meyakinkan ayahnya (dengan bantuan pamannya) bahwa ia tidak akan menjadi mayat jika ia mengambil satu jalan putar ini, Darwin memulai apa yang mungkin adalah tahun celah pasca-perguruan tinggi yang paling berdampak dalam sejarah. Pada akhirnya keinginan ayahnya "mati karena sebab alami." Puluhan tahun kemudian, Darwin merenungkan proses penemuan diri. "Sepertinya konyol bahwa saya pernah berniat untuk menjadi seorang

pemuka agama," tulisnya. Ayahnya, yang seorang dokter selama lebih dari enam puluh tahun, muak melihat darah. "Kalau saja ayahnya memberinya pilihan," tulis Darwin, "tidak ada yang akan mendorongnya untuk mengikutinya."

Michael Crichton juga memulai dengan ilmu kedokteran, setelah mengetahui betapa sedikitnya penulis yang bisa hidup dengan menulis. Dengan ilmu kedokteran, "Saya tidak akan pernah harus bertanya-tanya apakah pekerjaan saya akan pantas untuk dilakukan," tulisnya. Hanya saja, setelah beberapa tahun, ia berkecil hati dengan praktik kedokteran. Ia lulus dari Harvard Medical School, tetapi memutuskan untuk menjadi penulis. Pendidikan kedokterannya tidaklah sia-sia. Ia menggunakannya untuk mengarang kisah-kisah yang paling populer di dunia—novel *Jurassic Park* dan serial TV *ER*, dengan penciptaan rekor 124 nominasi penghargaan Emmy.

Dengan menggunakan istilah Darwin, tujuan karier yang dulu terasa aman dan pasti bisa tampak konyol ketika ditelaah dalam terang pengetahuan diri yang lebih besar. Pilihan pekerjaan dan hidup kita tidaklah tetap sama, karena *kita* tidak tetap sama.

Psikolog Dan Gilbert menyebutnya "akhir dari ilusi sejarah." Dari remaja sampai warga lanjut usia, kita mengenali bahwa hasrat dan motivasi kita memang banyak berubah di masa lalu (lihat: tata rambut lama Anda), tetapi tidak akan banyak berubah di masa depan. Dalam istilah Gilbert, kita adalah pekerjaan yang masih berlanjut tetapi mengaku sudah selesai.

Gilbert dan rekan-rekannya mengukur pilihan, nilai, dan kepribadian lebih dari sembilan belas ribu orang dewasa berusia delapan belas sampai enam puluh delapan tahun. Beberapa diminta untuk meramalkan seberapa besar perubahan mereka dalam dekade berikutnya, beberapa lainnya diminta untuk merenungkan seberapa besar perubahan yang telah mereka alami di dekade sebelumnya. Para prediktor meramalkan mereka hanya akan sedikit berubah di

dekade berikutnya, sementara para perenung melaporkan mereka telah banyak berubah di dekade sebelumnya. Kualitas yang dirasa tidak bisa berubah ternyata banyak berubah. Nilai-nilai inti—kenikmatan, rasa aman, kesuksesan, dan kejujuran—berubah. Pilihan liburan, musik, hobi, dan bahkan teman juga berubah. Yang lucu, para prediktor bersedia membayar rata-rata Rp 2 juta untuk tiket pertunjukan *band* favorit mereka saat ini di sepuluh tahun mendatang, sementara para perenung hanya akan bersedia membayar Rp 1 juta di masa kini untuk menonton pertunjukan *band* favorit mereka sepuluh tahun yang lalu. Pribadi Anda saat ini hanyalah sekilas, persis seperti semua orang lain yang pernah bersama Anda. Itu terasa seperti hasil yang paling tidak diduga, tetapi juga hasil yang paling terdokumentasikan baik.

Memang benar bahwa seorang anak yang pemalu cenderung menjadi orang dewasa yang pemalu, tetapi itu sama sekali bukan sebuah korelasi yang sempurna. Dan jika satu tipe kepribadian tertentu tidak berubah, tipe kepribadian lainnya akan berubah. Satu-satunya kepastian adalah perubahan, baik di tingkat rata-rata sebagai sebuah generasi maupun di diri setiap orang. Brent W. Roberts, psikolog University of Illinois, mengkhususkan diri untuk mempelajari perkembangan kepribadian. Ia dan psikolog lainnya mengumpulkan hasil dari sembilan puluh dua kajian dan mengungkapkan bahwa dengan berjalannya waktu, beberapa ciri kepribadian berubah dengan cara yang bisa diramalkan. Orang dewasa cenderung menjadi lebih bisa menyetujui, lebih bernurani, lebih stabil secara emosional, dan lebih sedikit gelisah sejalan dengan usia, tetapi kurang terbuka pada pengalaman. Di usia paruh baya, orang dewasa tumbuh lebih konsisten dan berhati-hati serta kurang ingin tahu, berpikiran terbuka, dan kreatif.* Perubahan-perubahan

---

* Untuk yang berminat pada statistik, korelasi untuk sebuah ciri kepribadian tertentu di antara tahun-tahun remaja dan usia yang lebih lanjut dari seseorang adalah sekitar 0,2–0,3 yang adalah tingkat menengah. (Sejauh tidak ada kesalahan pengukuran acak, korelasi 1,0 berarti ciri kepribadian sama sekali tidak

ini memiliki dampak yang sudah dikenal dengan baik, misalnya kenyataan bahwa orang dewasa pada umumnya menjadi cenderung kurang melakukan tindakan kriminal sejalan dengan usia, dan semakin bisa menciptakan relasi yang stabil. Perubahan kepribadian yang paling besar terjadi di antara usia delapan belas dan akhir dua puluhan tahun, jadi pengkhususan bidang dini adalah suatu pekerjaan meramalkan kualitas kecocokan untuk seseorang yang bahkan belum eksis. Itu bisa saja berhasil, tetapi kemungkinannya sangat kecil. Selain itu, perubahan kepribadian memang melambat, tetapi tidak pernah berhenti di usia berapa pun. Terkadang itu bisa terjadi secara instan.

Berkat YouTube, "tes *marshmallow*" bisa menjadi eksperimen ilmiah yang paling terkenal di dunia. Sebenarnya itu adalah serangkaian eksperimen yang dimulai pada 1960-an. Hipotesis aslinya sederhana saja: Seorang pelaksana eksperimen menempatkan sepotong *marshmallow* (atau biskuit atau *pretzel*) di depan seorang anak prasekolah; sebelum pergi, pelaksana itu memberitahu anak bahwa jika ia bisa menunggu sampai ia kembali, anak itu akan mendapatkan *marshmallow* itu ditambah dengan *marshmallow* kedua. Jika anak tidak bisa menunggu, ia bisa memakan *marshmallow* itu. Anak-anak tidak diberitahu berapa lama penantian itu (lima belas sampai dua puluh menit, tergantung pada usia), jadi mereka hanya harus bertahan jika menginginkan imbalan maksimum.

Bertahun-tahun kemudian, psikolog Walter Mischel dan tim risetnya meneliti kembali anak-anak itu dan menemukan bahwa semakin lama seorang anak bisa menunggu, semakin ia cenderung sukses secara sosial, akademis, dan keuangan serta semakin kecil kemungkinannya untuk menyalahgunakan obat-obat terlarang.

Tes *marshmallow* bak "selebritas" dalam eksperimen ilmiah,

---

berubah relatif dengan rekan-rekan sebaya seseorang.) "Di usia tujuh puluh lima tahun, kita jelas bukan orang yang sama lagi dibandingkan ketika kita berusia lima belas tahun," tetapi "ada jejak-jejak yang seharusnya tetap bisa dikenali."

tetapi ia menjadi Beyoncé dalam kajian ketika media dan orangtua yang ingin meramalkan nasib anaknya mulai mengunggah tes-tes *marshmallow* secara daring. Video mereka sungguh manis sekaligus menarik keingintahuan. Hampir semua anak menunggu untuk beberapa waktu. Beberapa memandangi *marshmallow*, menyentuhnya, mengendusnya, menjilatnya sekilas, lalu menarik dirinya kembali seakan-akan *marshmallow* itu panas. Mungkin mereka bahkan meletakkannya di mulut, mengeluarkannya lagi, dan meniru gerakan mengunyah. Beberapa anak mencuil kecil yang nyaris tak bisa terlihat untuk dicicipi. Sebelum akhir video, anak-anak yang memulai dengan menyentuhnya akan memakannya. Anak-anak yang berhasil bertahan adalah anak-anak yang telah mengalihkan perhatiannya dengan segala cara, mulai dari melihat ke tempat lain sampai menjauhkan piring, menutup mata, memalingkan wajah dan berteriak, menyanyi, bicara sendiri, menghitung, bergoyang-goyang di tempat duduk, atau (anak-anak lelaki) memukuli wajahnya sendiri. Satu anak lelaki yang menghabiskan waktunya untuk melihat ke arah lain selain ke *marshmallow* menjadi begitu rakus ketika pelaksana eksperimen kembali dengan *marshmallow* kedua sehingga ia langsung memasukkan kedua *marshmallow* itu sekaligus ke mulutnya.

Daya tarik peramalan dari tes *marshmallow* memang tidak bisa diingkari, dan juga disalahartikan. Rekan Mischel, Yuichi Shoda, telah berulang kali mengatakan bahwa banyak anak prasekolah yang memakan *marshmallow*-nya ternyata baik-baik saja.* Shoda mengatakan bahwa aspek yang paling menarik dari kajian ini adalah menunjukkan betapa mudahnya anak-anak belajar mengubah perilaku tertentu dengan beberapa strategi mental sederhana, misalnya memikirkan *marshmallow* sebagai awan alih-alih sebagai makanan.

---

* Replika dari tes *marshmallow*, yang dipublikasikan pada 2018, menemukan bahwa daya peramalan terhadap perilaku di masa depan ternyata lebih lemah dibandingkan di kajian orisinal.

Karya Shoda pasca-tes *marshmallow* telah menjadi satu bagian dari jembatan dalam psikologi di antara argumen ekstrem di perdebatan tentang peran alam dan pengasuhan pada kepribadian. Salah satu argumen ekstrem itu mengatakan bahwa ciri kepribadian nyaris sepenuhnya adalah suatu fungsi dari sifat seseorang, dan argumen lainnya mengatakan bahwa kepribadian adalah sepenuhnya fungsi dari lingkungan. Shoda mengatakan bahwa kedua sisi dari apa yang disebut debat situasi-pribadi adalah benar. Dan salah. Pada suatu titik tertentu dalam hidup, sifat seseorang memengaruhi cara ia merespons terhadap situasi tertentu, tetapi sifat mereka bisa sangat berbeda di beberapa situasi lain. Mischel sendiri mulai mempelajari "ciri-ciri jika-maka". *Jika* David berada di pesta besar, *maka* ia tampak introver, tetapi *jika* David sedang bersama tim kerjanya, *maka* ia tampak ekstrover. (Benar.) Jadi, apakah David introver atau ekstrover? Ya keduanya, dan selalu begitu.

Ogas dan Rose menyebut ini "prinsip konteks". Pada 2007, Mischel menulis, "Gagasan umum dari penemuan-penemuan itu adalah bahwa anak yang agresif di rumah mungkin kurang agresif dibandingkan sebagian besar anak lain ketika berada di sekolah; pria yang luar biasa keras ketika ditolak cintanya mungkin luar biasa toleran dengan kritik di kantor; orang yang cemas di tempat praktik dokter mungkin adalah seorang pendaki gunung yang tenang; wiraswasta yang berani mengambil risiko mungkin tidak berani mengambil risiko sosial." Rose membingkainya dengan bahasa yang lebih ringan: "Jika Anda sangat berhati-hati dan gelisah ketika mengemudi hari ini, Anda akan berhati-hati dan gelisah ketika mengemudi esok hari adalah tebakan yang aman. Di saat yang sama ... mungkin Anda *tidak* berhati-hati dan gelisah ketika memainkan lagu-lagu utama Beatles bersama *band* Anda dengan konteks kedai minum setempat." Mungkin itu salah satu sebab mengapa Daniel Kahneman dan rekan-rekannya di kemiliteran (Bab 1) gagal meramalkan siapa yang akan menjadi pemimpin di perang berdasarkan siapa yang telah menjadi pemimpin dalam latihan mengatasi rin-

tangan. Ketika menjadi pelari di perguruan tinggi, saya mempunyai rekan tim yang dorongan serta ketabahannya sepertinya tak terbatas di lintasan lari, dan nyaris tidak punya dorongan serta ketabahan di kelas, dan sebaliknya. Alih-alih menanyakan apakah seseorang memiliki ketabahan, seharusnya kita bertanya *kapan* mereka memiliki ketabahan. "Jika Anda menempatkan seseorang di konteks yang cocok bagi mereka," kata Ogas, "kemungkinan besar mereka akan bekerja keras dan akan tampak tabah dari luar."

Karena kepribadian akan lebih banyak berubah daripada yang kita bayangkan seiring berjalannya waktu, pengalaman, dan konteks yang berbeda, kita tidak memiliki bekal yang baik untuk membuat tujuan jangka panjang yang kukuh ketika masa lalu kita terdiri dari sedikit waktu, sedikit pengalaman, dan sedikit keragaman konteks. Setiap "kisah tentang saya" akan terus berevolusi. Seharusnya kita semua memiliki kearifan Alice yang—ketika diminta oleh Gryphon di Wonderland untuk menceritakan kisahnya—memutuskan bahwa ia harus mulai dengan awal dari petualangannya di pagi itu. "Tidak ada gunanya kembali ke hari kemarin," katanya, "karena kemarin saya adalah orang yang berbeda." Alice menangkap sebutir kebenaran, kebenaran yang memiliki konsekuensi sangat besar untuk memahami cara terbaik dalam memaksimalkan kualitas kecocokan.

Herminia Ibarra, profesor perilaku organisasi di London Business School, mengkaji bagaimana konsultan dan bankir muda maju (atau tidak maju) di beberapa firma yang ia gambarkan sebagai firma dengan hierarki naik atau keluar. Beberapa tahun kemudian, saat melakukan kajian lanjutan, ia menemukan bahwa beberapa tunas bintang sudah tidak ada lagi di sana, mereka telah memulai karier baru atau sedang mematangkan rencana untuk pergi.

Ibarra memulai kajian lain, kali ini menambahkan wiraswasta situs web, pengacara, dokter, profesor, dan profesional IT. Fokusnya adalah pergantian karier. Ibarra melacak para profesional

ambisius—kebanyakan berusia tiga puluhan dan empat puluhan tahun—di Amerika Serikat, Inggris Raya, dan Prancis yang telah menjalani jalur karier yang lurus selama sedikitnya delapan tahun. Selama masa kajiannya, ia memperhatikan para profesional yang berada di tengah kariernya beralih dari percikan hasrat terhadap perubahan, ke periode peralihan yang menggelisahkan, lalu ke lompatan yang sesungguhnya ke karier yang baru. Terkadang ia melihat seluruh proses itu terjadi dua kali pada orang yang sama. Ketika ia menyusun penemuannya, hipotesis utamanya sederhana sekaligus bermakna: kita mengenal siapa diri kita hanya dengan menjalani hidup, bukan sebelumnya.

Ibarra menyimpulkan bahwa di sepanjang hidup kita memaksimalkan kualitas kecocokan dengan kegiatan pencicipan, kelompok sosial, konteks, pekerjaan, karier, lalu merenungkan dan menyesuaikan narasi pribadi kita. Dan mengulangnya. Jika itu terdengar terlalu sederhana, pertimbangkan bahwa itu tepat sebaliknya dari upaya pemasaran yang luas dari suatu industri yang menjamin pelanggan bahwa mereka bisa mendapatkan kecocokan sempurnanya melalui perenungan saja. Karier yang menguntungkan, kuis kepribadian, dan industri konseling bertahan hidup berdasarkan anggapan itu. "Semua teknik penemu kekuatan memberi izin kepada orang untuk memasukkan dirinya atau orang lain ke sangkar dengan cara yang tidak mempertimbangkan seberapa banyak kita bertumbuh, berevolusi, berkembang, dan menemukan hal baru," kata Ibarra kepada saya. "Namun, orang menginginkan jawaban, jadi kerangka pikir seperti ini memang laris. Akan jauh lebih sulit untuk mengatakan, 'Lakukan saja beberapa eksperimen dan lihat apa yang terjadi.'"

Teknik-teknik itu mengatakan, isilah kuis ini, maka jalan Anda menuju karier yang ideal akan diterangi, tanpa memedulikan apa yang telah didokumentasikan oleh para psikolog tentang perubahan pribadi di waktu dan konteks yang berlainan. Ibarra mengkritik artikel kearifan konvensional, seperti artikel di *Wall Street Journal*

tentang "jalan yang bebas penderitaan menuju karier baru," yang menyatakan bahwa rahasianya hanyalah membentuk "gambar yang jelas dari apa yang Anda inginkan" sebelum Anda bertindak.

Alih-alih begitu, katanya kepada saya, dengan membalik ungkapan keramat itu dengan cerdik, "Bertindaklah dulu, baru berpikir." Ibarra merapikan psikologi sosial dengan mengatakan bahwa kita masing-masing terdiri dari begitu banyak kemungkinan. Seperti yang ia katakan, "Kita menemukan kemungkinan dengan *melakukan,* dengan mencoba kegiatan baru, membangun jejaring kerja, menemukan model peran yang baru." Kita mengetahui siapa diri kita dengan praktik, bukan dengan teori.

Coba kita pikir tentang Frances Hesselbein, yang berulang kali menganggap ia hanya mencicipi sesuatu yang baru, sampai usianya telah begitu larut ketika rekan-rekan sebayanya sudah pensiun untuk akhirnya menyadari bahwa ia menemukan panggilannya melalui semua kegiatan berencana pendek. Atau Van Gogh yang berulang kali meyakini bahwa ia telah menemukan panggilan sejatinya, hanya untuk mengenali saat mempraktikkannya bahwa ia telah keliru, sampai ia tidak keliru lagi.

Ibarra mendokumentasikan beberapa peralihan yang ekstrem: Pierre, seorang psikiater berusia tiga puluh delapan tahun dan penulis buku terlaris, menjadi pendeta Buddhis setelah suatu jalan berliku yang dimulai dengan pertemuan dengan seorang Buddhis Tibet di perjamuan makan. Dan peralihan heboh lainnya: Lucy, seorang manajer teknologi berusia empat puluh enam tahun di sebuah firma pialang, terpukul oleh umpan balik pribadi yang ia dapatkan dari seorang konsultan perkembangan organisasi, jadi ia mempekerjakan seorang perempuan sebagai pembimbing pribadi. Lucy segera menyadari bahwa ia lebih terinspirasi untuk mengelola orang (area kelemahannya, menurut sang konsultan) daripada teknologi. Secara bertahap, ia menghadiri kursus dan konferensi, lalu menyentuh benang-benang yang sudah sangat jauh dari jejaring kerja pribadinya untuk mengenali apa yang memungkinkan. Secara

bertahap, kelemahannya menjadi kekuatannya, dan ia sendiri beralih menjadi pembimbing perkembangan organisasi.

Ada banyak tema yang bermunculan di peralihan karier. Para pelakunya mulai merasa tidak puas dengan pekerjaannya, lalu pertemuan yang kebetulan dengan beberapa dunia yang sebelumnya tidak kasatmata bagi mereka menjurus ke serangkaian penjelajahan jangka pendek. Pada awalnya semua orang yang beralih karier akan menjadi korban dari kepercayaan umum terhadap keunggulan dini, dan berpikir tidaklah masuk akal untuk membuat rencana jangka panjang guna menggantikan eksperimen jangka pendek yang sedang berkembang dengan cepat. Terkadang mereka berusaha membujuk dirinya sendiri untuk keluar dari peralihan itu. Orang-orang kepercayaannya menasihati mereka untuk tidak bertindak gegabah; jangan berubah sekarang, kata mereka, pelihara saja minat atau bakat baru itu sebagai hobi. Namun, semakin mereka bereksperimen, semakin mereka yakin bahwa sudah tiba waktunya untuk perubahan. Identitas pekerjaan yang baru tidaklah mewujud dalam semalam, tetapi dimulai dengan mencoba sesuatu untuk sementara, seperti Hesselbein, atau menemukan seorang model peran yang baru, lalu merenungkan pengalaman itu dan bergerak ke rencana jangka pendek berikutnya. Beberapa orang yang beralih karier menjadi lebih kaya, yang lainnya menjadi lebih miskin; semuanya merasa tertinggal untuk sementara waktu, tetapi seperti di kajian melempar koin dalam *Freakonomics,* mereka lebih bahagia dengan perubahan itu.

Nasihat Ibarra hampir sama dengan perencanaan jangka pendek yang telah didokumentasikan oleh Proyek Kuda Hitam. Alih-alih mengharapkan jawaban yang pasti dari "Saya ingin menjadi siapa?" kajian mereka menunjukkan bahwa lebih baik menjadi ilmuwan dari diri sendiri, mengajukan pertanyaan lebih kecil yang bisa diuji—"Di antara berbagai kemungkinan, diri yang mana yang harus mulai saya jelajahi kini? Bagaimana saya bisa melakukannya?" Sapalah

berbagai kemungkinan dari diri Anda.* Alih-alih sebuah rencana besar, temukan berbagai eksperimen kecil yang bisa Anda lakukan dengan cepat. "Uji dan belajar," kata Ibarra kepada saya, "bukan rencana dan laksanakan."

Paul Graham, ilmuwan komputer dan rekan pendiri dari Y Combinator—pendana perusahaan pemula Airbnb, Dropbox, Stripe, dan Twitch—meringkas gagasan Ibarra di suatu pidato kelulusan sekolah lanjutan yang ia tulis tetapi tidak pernah ia ucapkan:

> Sepertinya tidak ada yang lebih mudah daripada memutuskan apa yang Anda sukai, tetapi ternyata itu sangat sulit, sebagian karena memang sulit untuk mendapatkan gambar yang akurat dari sebagian besar pekerjaan ... Sebagian besar pekerjaan yang telah saya lakukan selama sepuluh tahun terakhir tidaklah ada ketika saya masih di sekolah lanjutan .... Di dunia seperti ini, bukanlah ide yang baik untuk memiliki rencana yang pasti.
>
> Meskipun begitu, setiap Mei, pembicara dari seluruh negeri mengumandangkan Pidato Kelulusan Standar, temanya adalah: jangan menyerah untuk impianmu. Saya tahu apa yang mereka maksud, tetapi ini adalah cara yang buruk untuk mengatakannya, karena ini mengandung arti Anda harus terikat oleh beberapa rencana yang telah Anda buat sejak dini. Dunia komputer memiliki nama untuk hal ini: optimalisasi prematur ....
>
> .... Alih-alih bekerja mundur dari suatu tujuan, bekerjalah maju dari suatu situasi yang menjanjikan. Bagaimanapun, inilah yang sebenarnya dilakukan oleh orang-orang yang paling sukses.

---

* Pencipta *Grey's Anatomy* dan *Scandal,* Shonda Rhimes, "menyapa" secara ekstrem melalui apa yang ia sebut "Tahun Ya"-nya. Rhimes seorang introver dan cenderung menolak setiap undangan tidak terduga yang muncul di jalannya. Ia memutuskan untuk menghadapi dan mengatakan "Ya" terhadap segala sesuatu selama setahun. Ia menyelesaikan tahun itu dengan pengertian yang mendalam tentang apa yang ingin ia fokuskan.

> Dalam pendekatan seperti yang dipidatokan saat kelulusan, Anda memutuskan di mana Anda ingin berada dalam dua puluh tahun mendatang, lalu bertanya: apa yang harus saya lakukan untuk tiba di sana? Saya mengusulkan agar Anda tidak berkomitmen pada apa pun di masa depan, tetapi hanya melihat pilihan yang tersedia saat ini, dan pilihlah yang memberi ragam pilihan paling menjanjikan sesudahnya.

Apa yang Ibarra sebut model "rencana dan laksanakan"—gagasan bahwa kita harus terlebih dulu membuat sebuah rencana jangka panjang dan melaksanakannya tanpa menyimpang, berbanding terbalik dari model "uji dan belajar"—tertanam dalam kisah para genius. Dongeng yang populer mengatakan bahwa perupa Michelangelo melihat gambar utuh dari figurnya di sebuah balok marmer sebelum ia menyentuh marmer itu dan hanya memahat ekses dari batu untuk membebaskan figur yang ada di dalam. Ini adalah penggambaran yang sangat cantik. Namun, tidak benar. Sejarawan seni, William Wallace, menunjukkan bahwa sebenarnya Michelangelo adalah seorang bintang dari metode uji dan belajar. Ia terus mengubah pikirannya dan rencana pahatannya sambil bekerja. Tiga perlima dari pahatannya tidak terselesaikan setiap kali ia beralih ke sesuatu yang lain yang lebih menjanjikan. Baris pertama dari analisis Wallace: "Michelangelo tidak mengembangkan teori seni." Ia mencoba, lalu hanya berangkat dari sana. Ia adalah seorang pemahat, pelukis, master arsitek, dan pembuat desain teknis untuk benteng-benteng di Florence. Di akhir usia dua puluhan tahun, ia bahkan menyingkirkan seni visual untuk menulis puisi (termasuk sebuah puisi tentang bagaimana ia tumbuh untuk tidak menyukai lukisan), separuh di antaranya juga tidak diselesaikan.

Seperti setiap orang yang ingin meningkatkan prospek kualitas kecocokannya, Michelangelo mengenal siapa dirinya—dan siapa yang sedang ia pahat—saat praktik, bukan dalam teori. Ia memulai dengan sebuah gagasan, mengujinya, mengubahnya, dan siap

meninggalkannya untuk proyek lain yang lebih cocok. Mungkin Michelangelo sangat cocok untuk berada di Silicon Valley; ia adalah seorang *iterator* yang tak kenal lelah. Ia bekerja sesuai dengan pedoman baru Ibarra: "Saya tahu siapa diri saya ketika saya melihat apa yang saya lakukan."

Penutup: setelah meriset Proyek Kuda Hitam, saya direkrut ke dalamnya berkat jalan karier berliku dari rencana jangka pendek saya sendiri. Karya mereka menggema bagi saya, sebagian karena pengalaman saya sendiri, tetapi lebih karena di dalamnya terdapat orang-orang yang saya kagumi.

Sebastian Junger—penulis buku nonfiksi dan pembuat film—saat berusia dua puluh sembilan tahun dan bekerja sebagai perawat pohon, terikat di puncak pohon pinus ketika menyayat tungkainya dengan mesin gergaji, kemudian mendapat gagasan untuk menulis tentang pekerjaan yang berbahaya. Dua bulan kemudian, ia masih terpincang-pincang ketika sebuah kapal nelayan di Gloucester, Massachusetts, di mana ia tinggal, hilang di laut. Perikanan komersial menyediakan topik bagi tulisannya; hasilnya adalah buku *The Perfect Storm*. Junger bertahan dengan tema pekerjan yang berbahaya dan membuat film dokumenter perang yang kelak dinominasikan untuk piala Oscar, *Restrepo*. "Sayatan itu adalah hal terbaik yang pernah terjadi pada saya," katanya kepada saya. "Itu memberi saya pola dasar untuk melihat karier saya. Semua hal yang baik di hidup saya dapat saya lacak kembali ke kemalangan itu, jadi saya rasa kita tidak mengetahui apa yang baik dan apa yang buruk ketika terjadi sesuatu. *Kita tidak tahu*. Kita harus menunggu untuk mengetahuinya."

Penulis fiksi favorit saya mungkin lebih gelap daripada kuda hitam. Haruki Murakami ingin menjadi musisi, "tetapi saya tidak bisa memainkan alat musik dengan baik," katanya. Ia berusia dua puluh sembilan tahun dan menjalankan sebuah bar jaz di Tokyo

ketika ia pergi ke suatu pertandingan bisbol musim semi dan derak tongkat pemukul membentur bola—"suatu dering ganda yang indah," tulis Murakami—memberinya ilham bahwa ia bisa menulis novel. Mengapa pikiran itu datang padanya? "Saat itu saya tidak tahu, dan sekarang saya juga tidak tahu." Ia mulai menulis di malam hari. "Sensasi menulis terasa sangat segar." Empat belas novel Murakami (semuanya mengetengahkan musik) telah diterjemahkan ke lebih dari lima puluh bahasa.

Penulis fantasi Patrick Rothfuss mulai belajar teknik kimia di perguruan tinggi, yang "menjurus ke ilham bahwa teknik kimia itu membosankan." Lalu, ia menghabiskan *sembilan tahun* beralih bidang ilmu "sebelum diminta dengan hormat untuk 'lulus.'" Setelah itu, menurut biografi resminya, "Patrick melanjut ke pascasarjana. Ia lebih suka untuk tidak membicarakannya." Sementara itu, perlahan-lahan ia mengerjakan novelnya. Novel itu, *The Name of the Wind* (di mana ilmu kimia berulang kali muncul), terjual jutaan buku di seluruh dunia dan menjadi sumber potensial untuk suksesor serial televisi *Game of Thrones*.

Hillary Jordan kebetulan tinggal di lantai bawah gedung apartemen saya di Brooklyn, dan memberitahu saya bahwa ia bekerja di dunia periklanan selama lima belas tahun sebelum mulai menulis cerita fiksi. Novel pertamanya, *Mudbound,* memenangkan Bellwether Prize untuk cerita fiksi yang terlibat secara sosial. Versi filmnya dibeli oleh Netflix dan pada 2018 menerima empat nominasi Oscar.

Tidak seperti Jordan, Maryam Mirzakhani sebenarnya berharap menjadi seorang penulis novel sejak awal. Ia ditakjubkan oleh toko buku di dekat sekolahnya saat ia masih kecil dan bercita-cita untuk menulis. Ia harus mengambil kelas matematika, tetapi "Saya tidak berminat memikirkannya," katanya kelak. Pada akhirnya, ia bisa melihat matematika sebagai penjelajahan. "Itu seperti tersesat di hutan dan berusaha menggunakan semua pengetahuan yang bisa kita kumpulkan untuk memunculkan trik-trik baru, dan dengan beberapa keberuntungan, mungkin kita akan menemukan jalan

keluar." Pada 2014, ia menjadi perempuan pertama yang memenangkan Fields Medal, penghargaan matematika paling terkenal di dunia.

Dari para atlet yang saya temui ketika bekerja di *Sports Illustrated,* seorang atlet yang saya kagumi adalah atlet triatlon Ironman Inggris (serta penulis dan humanitarian) Chrissie Wellington, yang pertama kali duduk di sadel sepeda pada usia dua puluh tujuh tahun. Ia sedang bekerja untuk proyek sanitasi pembuangan air di Nepal ketika menemukan bahwa ia senang bersepeda dan juga bisa mengimbangi para serpa di ketinggian Himalaya. Dua tahun setelah pulang ke rumah, ia memenangkan kejuaraan dunia Ironman yang pertama dari empat kemenangannya, lalu berlanjut mengikuti 13–0 di lomba Ironman jarak jauh dalam karier yang dimulai di saat yang larut dan hanya merentang selama lima tahun. "Renjana saya pada olahraga belum pudar," katanya ketika pensiun, "tetapi gairah saya untuk pengalaman dan tantangan barulah yang sekarang sedang berkobar paling terang."

Saya adalah penggemar teater Irlandia, dan penampil favorit saya adalah aktor Irlandia, Ciarán Hinds, yang lebih dikenal untuk peran-perannya di serial HBO—Julius Caesar di *Rome* dan Mance Rayder, "King Beyond the Wall", di *Game of Thrones*—dan sebagai bintang di *The Terror* dari AMC. (Suaranya paling dikenal sebagai kepala kurcaci Grand Pabbie di film *Frozen* dari Disney.) Buku ini memberi saya alasan untuk bertanya kepada Hinds tentang jalan kariernya, dan ia ingat sangat bingung dengan arahnya ketika mendaftar sebagai mahasiswa hukum di Queen's University Belfast. Perhatiannya mudah teralihkan "karena minat yang besar pada biliar, poker, dan tari eksperimental," katanya kepada saya. Salah satu pembimbing kelasnya pernah melihatnya memerankan Lady Macbeth di drama sekolah saat ia berusia dua belas tahun dan menganjurkan ia meninggalkan bidang hukum lalu melamar ke sekolah drama. "Ia juga berbaik hati untuk membicarakannya dengan orangtua saya yang agak ragu," cerita Hinds kepada saya.

"Jadi saya pergi untuk belajar di Royal Academy of Dramatic Art, dan hidup saya di teater profesional dimulai."

Biografi Van Gogh yang ditulis oleh Steven Naifeh dan mantan mitra serta rekan penulisnya, Gregory White Smith, adalah salah satu buku terbaik yang pernah saya baca di genre apa pun. Naifeh dan Smith bertemu di sekolah hukum saat keduanya menyadari bahwa sekolah hukum bukanlah untuk mereka. Mereka mulai bersama-sama menulis buku tentang berbagai topik, mulai dari kriminal sampai gaya pria, bahkan saat seorang editor memberitahu bahwa mereka perlu memilih salah satu genre dan menekuninya. Kesediaan mereka untuk menyelam ke area-area baru memberikan hasil yang tak terduga. Ketika seorang editor di penerbitan lain meminta mereka menulis penuntun untuk penggunaan jasa pengacara, itu menjuruskan mereka untuk menemukan *Best Lawyers* (para pengacara terbaik), yang berkembang menjadi sebuah industri besar dari publikasi rekomendasi sesama profesional. "Jika kami tidak mengambil gagasan itu [membuat sebuah acuan untuk membantu orang memilih pengacara] dan menjalankannya," kata Naifeh kepada saya, "kehidupan kami pasti akan sangat lain, dan gagasan itu sama sekali beda dari apa yang telah kami lakukan sebelumnya." Mungkin mereka tidak akan pernah mempunyai sarana dan kebebasan untuk menghabiskan satu dekade meriset biografi Van Gogh mereka atau biografi Jackson Pollock yang memenangkan Penghargaan Pulitzer.

Pollock, kata Naifeh kepada saya, "adalah salah satu pelukis yang paling tidak berbakat di Art Students League." Naifeh mengatakan bahwa, seperti Van Gogh, tidak adanya keterampilan menggambar tradisionallah yang menjuruskan Pollock untuk membuat aturannya sendiri dalam mencipta seni. Ketika sekolah yang menawarkan jalan standar dalam seni telah menjamur, "salah satu masalahnya adalah para seniman cenderung menjadi produk dari sekolah-sekolah itu," kata Naifeh yang juga seniman.

Mungkin itu telah membantu meletupnya minat pada apa yang disebut seni orang luar (*outsider art*) oleh para praktisi seni yang

memulai tanpa mengikuti jalan standar. Tentu saja, tidak ada yang salah untuk datang melalui sistem perkembangan bakat yang resmi, tetapi jika itu hanyalah satu-satunya jalan yang ada, maka beberapa bakat yang paling cemerlang akan bisa terlewatkan. "Seniman luar" adalah seperti para master jaz autodidak di dunia seni visual, dan orisinalitas karya mereka bisa menakjubkan. Pada 2018, National Gallery of Art menyelenggarakan pameran khusus untuk karya para seniman autodidak; sekarang program sejarah seni di Stanford, Duke, Yale, dan Art Institute of Chicago menawarkan seminar tentang seni orang luar. Katherine Jentleson—yang pada 2015 ditunjuk sebagai kurator autodidak penuh waktu di High Museum of Art di Atlanta—menceritakan kepada saya bahwa para seniman ini khasnya memulai hanya dengan bereksperimen dan melakukan hal-hal yang mereka sukai, sambil melakukan pekerjaan lain. "Sebagian besar dari mereka tidak mulai mengerjakan seni secara serius sampai setelah mereka pensiun," kata Jentleson.

Ia memperkenalkan saya kepada pemahat dan pelukis Lonnie Holley, seorang seniman autodidak terkemuka yang dibesarkan dengan sangat miskin di Alabama. Pada 1979, ketika berusia dua puluh sembilan tahun, dua anak dari saudarinya meninggal dalam kebakaran. Keluarganya tidak mampu membeli batu nisan, jadi Holley mengumpulkan batu-batu bangunan buangan dan memahatnya sendiri. "Saya bahkan tidak tahu apakah seni itu!" katanya kepada saya, matanya melebar seakan-akan dikejutkan oleh kisahnya sendiri. Namun, itu terasa menyenangkan. Ia memahat batu nisan untuk keluarga lain dan mulai membuat patung dari apa pun yang bisa ia temukan. Saya sedang berdiri di sisinya di dekat pintu sebuah selasar di Atlanta yang memamerkan karyanya ketika ia meraih sebuah penjepit kertas dan dengan cepat melekuknya menjadi siluet yang halus dari sebuah wajah, yang kemudian ia tancapkan ke bagian penghapus dari pensil petugas di meja tamu sebagai hiasan. Sungguh sulit untuk membayangkan saat sebelum ia membuat karya seni, karena sepertinya ia tidak bisa menyentuh

apa pun sebelum tangannya mulai menjelajahi apa yang bisa ia bentuk dengan benda itu.

Jentleson juga mengarahkan saya ke Paradise Garden, tiga puluh kilometer di barat laut Atlanta, properti yang dipenuhi lukisan dan patung dari almarhum pendeta Howard Finster, yang adalah Frances Hesselbein dari seni modern. Finster telah lama menyusun pajangan daur ulang di tanahnya, mulai dari koleksi peralatan sampai berbagai tanaman yang menghasilkan buah. Suatu hari pada 1976, ketika ia berusia lima puluh sembilan tahun, ia sedang memperbaiki sepeda dan melihat apa yang tampak seperti sebuah wajah di noda cat putih di ibu jarinya. "Suatu perasaan hangat membasuh tubuh saya," kenangnya. Finster langsung memulai komposisi dari puluhan ribu karya seni yang memenuhi propertinya, termasuk ribuan lukisan dengan gaya setengah kartunnya yang unik, sering kali dipadati dengan hewan dan tokoh terkenal—Elvis, George Washington, atau malaikat—dan ditata dengan ramai di pemandangan yang unik. Dalam tenggang waktu yang singkat, ia muncul di acara *Tonight Show* yang dipandu oleh Johnny Carson dan membuat sampul album untuk R.E.M. dan Talking Heads. Ketika memasuki taman, saya disambut oleh sebuah potret diri raksasa dari Finster yang menyeringai dan mengenakan setelan jas berwarna merah anggur, yang dipasang di sebuah dinding bata. Di bagian bawahnya terdapat kata-kata "Saya mulai melukis gambar-gambar di Januari 1976—tanpa pendidikan apa pun. Ini adalah lukisan saya. Seseorang tidak mengetahui apa yang bisa ia lakukan sampai ia mencoba. Mencoba adalah jawaban untuk menemukan bakat Anda."

BAB 8

Keunggulan Orang Luar

ALPH BINGHAM AKAN menjadi orang pertama yang mengakuinya: ia memiliki pengkhususan bidang yang tinggi, setidaknya dalam teori. "Ijazah doktoral saya bahkan bukan bidang kimia, tetapi kimia *organik*!" serunya. "Jika tidak ada karbon di dalamnya, secara teknis saya tidak berhak melakukannya, bukan?"

Di sekolah pascasarjana pada 1970-an, Bingham dan rekan-rekan kelasnya harus menemukan cara untuk menciptakan molekul tertentu. "Ini adalah sekelompok pria dan perempuan yang cerdas dan kami bisa membuat molekul-molekul itu," katanya mengisahkan kepada saya, "tetapi selalu ada jalan keluar yang lebih pintar dari jalan keluar yang lain. Saya memperhatikan dan menangkap bahwa jalan keluar yang paling pintar selalu datang dari sepotong pengetahuan yang *bukan* bagian dari kurikulum normal." Pada suatu hari, dialah yang paling pintar.

Ia telah memunculkan jalan keluar yang anggun untuk menyintesis molekul dalam empat langkah singkat, dan bagian kunci dari pengetahuannya melibatkan krim tartar, suatu bahan pembuat kue yang kebetulan ia ketahui dari masa kanak-kanaknya. "Kini Anda juga bisa bertanya kepada dua puluh kimiawan, apakah krim tartar itu, dan banyak dari mereka yang tidak tahu," katanya. "Saya

memikirkan proses pembuatan jalan keluar yang berbeda, dan itu bukanlah bagian dari suatu kurikulum atau riwayat pekerjaan seseorang. Saya sadar bahwa akan selalu ada pemikiran luar tidak diduga yang akan menjadikan sebuah jalan keluar lebih cerdik, hemat biaya, efektif dibandingkan jalan keluar lain. Jadi, saya berangkat dari gagasan itu, dari bagaimana masalah diselesaikan, ke 'Bagaimana seseorang membangun organisasi yang menyelesaikan masalah dengan cara itu?'" Bertahun-tahun kemudian, ketika Bingham menjadi wakil presiden riset dan strategi perkembangan di Eli Lilly, ia mendapat peluang untuk membangun organisasi pintarnya.

Di musim semi 2001, Bingham mengumpulkan dua puluh satu masalah yang telah membingungkan para ilmuwan Eli Lilly dan bertanya kepada seorang eksekutif puncak apakah ia bisa mengunggahnya ke situs web agar bisa dilihat oleh semua orang. Eksekutif itu hanya mau mempertimbangkannya jika firma konsultan McKinsey menganggapnya sebagai ide yang bagus. "Pendapat McKinsey," kenang Bingham, "adalah, 'Siapa tahu? Mengapa tidak diluncurkan saja dan nanti beritahu kami jawabannya.'" Bingham melakukannya, tetapi ketika para ilmuwan yang menyumbang berbagai masalah itu melihatnya di situs web, "setiap orang menulis kepada kepala bagian ilmiah, mengatakan bahwa masalah tidak bisa diumumkan, itu terlalu rahasia, 'Mengapa Anda pikir orang lain selain kita bisa memecahkan masalah itu?'" Mereka ada benarnya. Jika kimiawan yang berpendidikan paling tinggi, berspesialisasi paling tinggi, memiliki sumber daya yang baik di dunia mengalami kemandekan pada masalah teknis, bagaimana orang lain bisa membantu? Kepala bagian ilmiah itu menghapus semua masalah dari situs web.

Bingham melobi. Setidaknya bisa dicoba untuk masalah yang tidak membuka rahasia dapur, dan jika itu tidak berhasil, tidak akan ada ruginya. Kepala bagian ilmiah menyetujuinya. Situs web diluncurkan kembali, dan di musim gugur, jawaban mulai menggulir masuk. Kebetulan itu terjadi di tengah ancaman antraks di AS, jadi, kata Bingham, ia adalah salah satu penerima surat langka

yang sangat gembira ketika mendapat kiriman bubuk putih. "Saya memasukkannya ke spektrometer," katanya, "dan benar, 'Hore, kita dapat satu lagi!'" Orang-orang asing sedang menciptakan bahan yang telah membingungkan para kimiawan Eli Lilly. Seperti yang telah ditebak oleh Bingham, kuncinya adalah pengetahuan luar. "Itu mengesahkan hipotesis kami, tetapi saya masih terkejut bagaimana kantong-kantong pengetahuan ini tersembunyi di bawah ijazah-ijazah lain. Saya tidak mengharap jawaban dari para jaksa."

Salah satu jalan keluar sintesis molekul datang dari seorang pengacara yang pengetahuan kimianya datang dari pengalamannya bekerja dengan hak-hak paten kimia. Pria itu menulis, "Saya sedang memikirkan gas air mata," saat ia menemukan jalan keluar. Gas ait mata itu bak krim tartar milik Bingham. "Gas air mata tidak ada hubungannya dengan masalah," kata Bingham. "Namun, ia melihat kesejajaran dengan struktur kimia dari molekul yang kami butuhkan."

Bingham memperhatikan bahwa perusahaan yang sudah berdiri kukuh cenderung menghadapi masalah dengan apa yang disebut pencarian lokal, artinya menggunakan para spesialis dari satu bidang saja dan mencoba jalan keluar yang sebelumnya telah berhasil. Sementara itu, undangannya kepada pihak luar telah begitu sukses sehingga melahirkan sebuah perusahaan tersendiri. Dengan nama InnoCentive, perusahaan itu memfasilitasi entitas di bidang apa pun sebagai "pencari", membayar untuk mengunggah "tantangan" dan memberi hadiah kepada "pemecah masalah" dari luar. Lebih dari sepertiga tantangan telah terselesaikan, dan ini adalah jumlah yang luar biasa mengingat InnoCentive memilih masalah yang telah membuat mandek para spesialis yang mengunggahnya. Di tengah jalan, InnoCentive menyadari mereka bisa membantu para pencari untuk membuat unggahan yang lebih memungkinkan guna memunculkan jalan keluar. Kiatnya: membingkai tantangan sedemikian rupa sehingga menarik beragam jenis pemecah masalah. Semakin suatu tantangan menarik bagi beragam orang, bukan hanya

ilmuwan tetapi juga pengacara, dokter gigi, dan mekanik, semakin mungkin tantangan itu terselesaikan.

Bingham menyebutnya pemikiran "luar ke dalam": menemukan jalan keluar di pengalaman yang sangat jauh dari pelatihan terfokus untuk masalah itu sendiri. Sejarah dipenuhi oleh contoh pengubahan dunia.

Napoleon pernah mengeluh bahwa pasukannya hanya bisa membawa perbekalan untuk beberapa hari saja. "Lapar lebih kejam daripada pedang," tulis seorang pencatat militer Roma abad keempat. Kaisar Prancis itu adalah pendorong ilmu dan teknologi, jadi pada 1795, ia menawarkan hadiah untuk riset tentang pengawetan makanan. Banyak orang pintar dunia telah mengolah masalah itu selama lebih dari satu abad, termasuk ilmuwan Irlandia, Robert Boyle, "bapak dari kimia modern". Sementara para ilmuwan besar itu gagal, seorang ahli pangan dan gula-gula dari Paris, Nicolas Appert, berjaya.

Menurut Can Manufacturers Institute, Appert adalah orang yang serbabisa. Ia telah malang melintang di semesta urusan perut sebagai pembuat permen, pembuat anggur, koki, pembuat bir, pembuat acar, dan lebih banyak lagi. Pengembaraan kulinernya yang sangat luas memberinya keunggulan atas para ilmuwan yang berfokus pada ilmu pengawetan. "Karena telah menghabiskan hari-hari saya di dapur, peragian bir, rumah penyimpanan, dan ruang peragian sampanye, juga di toko, pabrik, dan gudang permen, penyulingan, serta toko pangan," tulisnya di buku berjudul *Art of Preserving All Kinds of Animal and Vegetable Substances for Several Years,* "dalam prosesnya, saya bisa memberi beberapa keunggulan kepada diri saya sendiri yang tidak dimiliki oleh orang lain yang telah mengabdikan dirinya pada seni pengawetan perbekalan." Ia menempatkan makanan di dalam botol sampanye yang tebal, yang ia tutup untuk menjadikannya kedap udara, lalu ditempatkan di air mendidih selama berjam-jam. Inovasi Appert memulai adanya makanan kaleng. Ia mengawetkan seekor domba utuh di panci untuk sekadar pamer. Jalan keluarnya bisa mengawetkan nutrisi dengan

begitu baik sehingga skorbut—kondisi kekurangan vitamin C yang dikenal sebagai "mimpi buruk pelayar"—beralih dari kutukan yang mematikan menjadi sekadar gangguan yang bisa dihindari. Masih enam puluh tahun lagi sebelum pencerahan ilmiah besar itu—bahwa panas mematikan bakteri—ditemukan oleh Louis Pasteur. Metode Appert merevolusi kesehatan masyarakat, dan—malangnya bagi Napoleon—menyeberangi Selat Inggris, di mana pada 1815 berkat metode itu, pasukan Inggris di Waterloo bisa makan.

Para pengkritik Alph Bingham menyadari bahwa orang-orang luar dan amatir yang pintar telah melakukan terobosan teknis di masa lalu, tetapi mereka pikir semua itu hanyalah artefak dari masa lalu yang tidak akan berlaku untuk zaman pengkhususan bidang yang berlebihan. *Bantulah kami, sebuah perusahaan farmasi raksasa internasional, untuk memikirkan dan menciptakan molekul yang akan kami gunakan sebagai batu lompatan guna menyintesis beberapa molekul lain yang begitu tersembunyi sehingga kami tidak keberatan untuk membagi informasi ini kepada publik, karena kami mengalami kemandekan, dan bagaimanapun, tidak ada orang di luar dinding kami yang punya ide ke mana kami menuju.* Bahkan Bingham sendiri tidak menduga bahwa akan ada kontribusi pemecah masalah dari luar yang mengalahkan para spesialis.

"Ketika sebuah masalah yang telah dikerjakan selama tiga puluh tahun oleh NASA bisa terselesaikan," katanya kepada saya, "Saya benar-benar terkejut."

NASA tidak bisa meramalkan badai partikel matahari, bahan radioaktif yang dimuntahkan oleh matahari yang bisa sangat merusak astronaut dan peralatan yang mereka andalkan. Fisikawan matahari tentu skeptis bahwa orang luar akan bisa membantu, tetapi setelah mengalami kemandekan selama tiga puluh tahun, mereka pikir tidak akan ada salahnya untuk mencoba; NASA mengunggah masalahnya melalui InnoCentive pada 2009. Dalam enam bulan, Bruce Cragin—seorang insinyur yang pensiun dari Sprint Nextel dan tinggal di perdesaan New Hampshire—menyelesaikan

masalah itu dengan menggunakan gelombang radio yang ditangkap oleh teleskop. Sebelum pensiun, Cragin telah bekerja sama dengan para ilmuwan dan menemukan bahwa tim-tim spesialis itu sering kali terjebak dalam rincian kecil sehingga melewatkan jalan keluar yang praktis. "Saya rasa saya terbantu karena telah keluar dari tim itu," katanya, "saya melanjutkan jalan." Seorang pejabat NASA mengatakan secara diplomatis bahwa pada awalnya "ada beberapa penolakan" terhadap jalan keluar Cragin, "karena jalan keluar itu menggunakan metodologi yang berbeda."

Justru itulah intinya. Appert dan Cragin masih memiliki beberapa pengalaman kerja yang relevan dengan masalah yang akan diselesaikan. Para pemecah masalah lainnya justru sukses karena tidak memiliki pengalaman yang relevan.

Pada 1989, kapal tangki minyak *Exxon Valdez* membentur karang dan muatannya bocor ke Selat Prince William. Itu adalah bencana besar bagi lingkungan dan perikanan komersial. Ketika minyak bercampur dengan air, para pekerja tumpahan menyebut campuran itu sebagai "puding cokelat". Suhu yang rendah membuat para pekerja bekerja dengan bahan yang memiliki kekentalan seperti selai kacang. Tumpahan itu luar biasa sulit untuk disingkirkan.

Hampir dua puluh tahun setelah tumpahan *Exxon Valdez*, tiga puluh dua ribu galon minyak masih membandel, tersangkut di sepanjang Pantai Alaska. Salah satu tantangan terbesar dari penanganan tumpahan minyak adalah memompa minyak keluar dari kolam-kolam penampungan setelah disaring dari air. Pada 2007, Scott Pegau—manajer program riset di Oil Spill Recovery Institute dari Alaska—berpikir mungkin ada baiknya ia mencoba InnoCentive. Ia menawarkan hadiah $20.000 untuk solusi mengeluarkan puding cokelat dingin itu dari kolam penampungan.

Ide-ide menggulir masuk. Sebagian besar terlalu mahal untuk dipraktikkan. Lalu, ada jalan keluar dari John Davis, begitu murah

dan sederhana sampai-sampai membuat Pegau tertawa. "Semua orang melihatnya," kata Pegau kepada saya, "dan hanya berkata, 'Ya, ini akan berhasil.'"

Davis, seorang kimiawan dari Illinois, merenungkan tantangan tumpahan minyak itu saat menunggu penerbangan selama perjalanan kerja. Tentu saja ia mulai dengan jalan keluar kimia, tetapi kemudian menyingkirkannya. "Kita sudah berhadapan dengan pencemar kimia," kata Davis kepada saya, "jadi kita akan ingin melakukan sesedikit mungkin proses kimia" untuk menghindari penambahan bahan pencemar. Ia meninggalkan kemahiran khususnya dan beralih ke sebuah analogi yang sangat jauh dari bidangnya. "Saya membayangkan masalah itu seperti meminum es serut," katanya. "Pada akhirnya kita harus mengaduk-aduk serutan es itu dengan sedotan. Apa yang harus kita lakukan agar kita tidak harus bekerja begitu keras untuk menyedot keluar es serut itu?"

Pada gilirannya, pertanyaan itu mengingatkan Davis pada sebuah pengalaman singkat di konstruksi bangunan. Bertahun-tahun sebelumnya, ia mendaftarkan diri untuk membantu membangun sebuah anak tangga panjang dari semen yang merentang dari rumah temannya ke danau di sebelahnya. "Mereka membutuhkan tambahan orang untuk membawa ember atau melakukan segala macam pekerjaan yang berat," katanya kepada saya. "Saya bukan orang yang kuat, jadi jujur saja, saya tidak terlalu baik dalam melakukannya."

Ketika dibutuhkan di bagian bawah, adukan semen dituang dari puncak bukit dan mengalir ke bawah melalui pipa besar. Davis sedang berdiri di puncak, mencemaskan tumpukan besar adukan semen yang sudah mulai mengeras terpanggang sinar matahari. Ia memberitahu saudara temannya. "Perhatikan ini," kata saudara itu kepadanya. Ia meraih sebuah tangkai yang tersambung ke sebuah motor dan menyentuhkannya ke gundukan. "Gundukan semen itu langsung mencair, *whoooosh*," ingat Davis. Tangkai itu adalah penggetar semen, yang seperti namanya, yaitu sepotong logam yang

bergetar yang mencegah unsur-unsur semen untuk saling merekat. "Ketika itu muncul di benak saya, itu adalah momen *eureka*," kata Davis kepada saya.

Ia menelepon perusahaan penjual penggetar semen untuk mempelajari beberapa rincian, lalu membuat diagram dari bagaimana penggetar dapat dengan mudah dipasang ke kolam dan melakukan apa yang sudah mereka lakukan terhadap adukan semen itu pada "puding cokelat". Dihitung dari jumlah diagramnya, jalan keluar itu hanya terdiri dari tiga halaman.

"Terkadang kita hanya menepuk dahi dan berkata, 'Ah, mengapa tidak terpikir oleh saya?' Jika masalah itu dapat diselesaikan dengan mudah oleh orang di dalam industri, maka itu pasti sudah terselesaikan oleh orang di dalam industri," kata Pegau. "Saya rasa itu lebih sering terjadi dibandingkan yang kita mau akui, karena kita cenderung memandang sesuatu dengan semua informasi yang telah kita kumpulkan di dalam industri kita, dan terkadang itu menempatkan kita di jalan yang membentur tembok. Sulit untuk mundur dan menemukan jalan yang lain." Pada dasarnya, Pegau menjelaskan efek Einstellung—istilah psikologi untuk kecenderungan memecahkan masalah hanya dengan menggunakan metode yang sudah dikenalnya bahkan jika tersedia metode yang lebih baik. Selanjutnya, Davis mendapat hadiah uang lainnya, yaitu dari tantangan yang mencari pertolongan untuk produk penghilang rambut; ingatan tentang menggulirkan permen karet di tungkainya saat ia masih kecil membuatnya merumuskan sebuah jalan keluar.

Ketika saya bertanya kepada Davis apakah ia cenderung membingkai masalah dengan analogi yang jauh dan pengalaman acak di luar bidangnya, ia harus merenung sejenak. Apakah ia juga melakukan itu dalam masalah kimianya sehari-hari? tanya saya. "Rasanya tidak," katanya. "Di teka-teki atau masalah lain inilah kita harus berpikir di luar kotak."

Alasan berhasilnya InnoCentive adalah karena ketika para spesialis menjadi terfokus semakin sempit, "kotak" itu menjadi mirip dengan boneka tumpuk Rusia. Para spesialis dibagi menjadi subspesialisasi, lalu dibagi lagi menjadi subsubspesialisasi. Bahkan jika bisa keluar dari boneka terkecil, mereka tersangkut di boneka berikutnya yang sedikit lebih besar. Sejak awal, Cragin dan Davis sudah berada di luar kotak dan langsung melihat solusi yang tidak bisa dilihat oleh orang dalam yang sepertinya memiliki keunggulan pendidikan dan sumber daya. Para pemecah masalah sendiri sering kali bingung ketika mengatasi tantangan yang telah membuat mandek seluruh perusahaan atau industri.

"Saya membutuhkan tiga malam untuk menuliskannya," kata seorang pemecah masalah dari luar kepada journal *Science* setelah merespons permintaan bantuan dari Johnson & Johnson untuk masalah produksi dalam membuat obat tuberkulosis. "Saya pikir sangat aneh bahwa sebuah perusahaan farmasi besar tidak dapat menyelesaikan masalah seperti ini." Karim Lakhani, direktur bersama dari Laboratory for Innovation Science di Harvard, telah meminta para pemecah masalah di InnoCentive untuk menilai seberapa relevannya masalah dengan bidang keahlian mereka sendiri, dan menemukan bahwa "semakin jauh masalah dari kemahiran pemecah masalah, semakin besar kemungkinan mereka untuk memecahkannya."

Ketika kotak-kotak organisasi semakin mengecil, dan ketika orang luar semakin mudah untuk terlibat secara daring, "penjelajahan jalan keluar yang baru semakin berada di luar batas-batas firma tradisional," tulis Lakhani dan rekan-rekannya. Intuisi kita mungkin mengatakan bahwa hanya para pakar berspesialisasi tinggilah yang bisa menggerakkan inovasi modern, tetapi sebenarnya peningkatan pengkhususan bidang justru menciptakan peluang baru bagi orang luar.

Seperti yang diperhatikan oleh Alph Bingham, untuk tantangan yang sulit, organisasi cenderung mencari di dalam organisasinya. Mereka mengandalkan spesialis di satu bidang pengetahuan dan

metode yang sebelumnya telah berhasil. (Pikirkan laboratorium yang hanya terdiri dari para spesialis *E. coli* di Bab 5.) Jika para spesialis itu gagal, mereka mengalami kemandekan. Bagi masalah yang paling tidak bisa diurai, "riset kami menunjukkan bahwa solusi berbasis bidang ilmu sering kali inferior," ujar Lakhani. "Inovasi besar paling sering terjadi ketika satu orang luar, yang di permukaan mungkin tampak sangat jauh dari masalah, membingkai ulang masalah dengan cara yang bisa menguak jalan keluar."

Sejak InnoCentive menunjukkan konsep itu, bermunculanlah organisasi lain yang memanfaatkan pemecah masalah dari luar untuk bidang-bidang yang normalnya berspesialisasi tinggi. Kaggle adalah perusahaan seperti InnoCentive, tetapi secara khusus mengunggah tantangan di area pembelajaran mesin—kecerdasan buatan yang dirancang untuk mengajar dirinya sendiri tanpa campur tangan manusia.

Sejauh ini, Shubin Dai—yang tinggal di Changsha, China—adalah pemecah masalah peringkat utama dunia di Kaggle, nomor satu dari empat puluh ribu kontributor Kaggle. Pekerjaan hariannya adalah memimpin tim yang memproses data untuk bank, tetapi kompetisi Kaggle memberinya peluang untuk bereksperimen di pembelajaran mesin. Masalah favoritnya melibatkan kesehatan manusia atau penyelamatan alam, seperti kompetisi di mana ia memenangkan Rp 400 juta dengan menggunakan citra satelit untuk membedakan hilangnya hutan alam yang disebabkan oleh manusia di Amazon. Untuk unggahan blog Kaggle, Dai ditanyai, seberapa pentingnya kemahiran di satu bidang ilmu untuk memenangkan kompetisi. "Sejujurnya, saya rasa kita tidak bisa terlalu memanfaatkan kemahiran di satu bidang ilmu .... Sangat sulit untuk memenangkan kompetisi hanya dengan menggunakan metode yang sudah dikenal dengan baik," jawabnya. "Kita membutuhkan lebih banyak jalan keluar kreatif."

"Orang-orang yang memenangkan kompetisi kesehatan Kaggle tidak memiliki pendidikan kedokteran, pendidikan biologi, dan

sering kali bukan juga pakar pembelajaran mesin yang sesungguh-nya," kata Pedro Domingos, seorang profesor ilmu komputer dan periset pembelajaran mesin, kepada saya. "Pengetahuan adalah pedang bersisi ganda. Ia memungkinkan Anda untuk melakukan sesuatu, tetapi juga membutakan Anda kepada hal lain yang bisa Anda lakukan."

Don Swanson melihat kedatangan hal tersebut—peluang bagi orang luar seperti Bruce Cragin dan John Davis yang menggabungkan berbagai jenis pengetahuan. Swanson mendapatkan ijazah doktoral fisika pada 1952, lalu bekerja sebagai analis sistem komputer industri, di mana ia ditakjubkan oleh penyusunan informasi. Pada 1963, University of Chicago memberanikan diri untuk mengangkatnya sebagai dekan dari Graduate Library School. Sebagai seseorang berusia tiga puluh delapan tahun dari industri swasta, ia memang eksentrik. Pengumuman pengangkatannya berbunyi, "Swanson adalah ilmuwan fisika pertama yang mengepalai sekolah perpustakaan profesional di negara ini."

Swanson mencemaskan peningkatan pengkhususan bidang, bahwa itu akan menjurus ke publikasi yang hanya melayani sekelompok kecil spesialis dan menghambat kreativitas. Ia pernah berkata, "Celah di antara kuantitas total dari pengetahuan yang tercatat ... dan keterbatasan kapasitas manusia untuk mencernanya saat ini tidak hanya sangat besar, tetapi juga bertumbuh tanpa henti." Bagaimana garis terdepan bisa didorong maju, pikir Swanson, jika suatu hari nanti akan dibutuhkan satu masa hidup untuk hanya mencapai batas itu di setiap bidang khusus? Pada 1960, U.S. National Library of Medicine menggunakan sekitar seratus pasangan istilah yang unik untuk memberi indeks pada beberapa artikel. Pada 2010, jumlah itu hampir seratus ribu. Swanson merasa bahwa jika ledakan besar dari pengetahuan publik ini terus mengembang, subspesialisasi akan menjadi seperti galaksi, terbang menjauh dari

satu sama lain sampai tak kasatmata bagi satu sama lain. Meski ia tahu bahwa pemecahan masalah antarbidang ilmu akan penting, tetapi itu masih menjadi teka-teki.

Dalam krisis itu, Swanson melihat peluang. Ia menyadari bisa melakukan penemuan dengan menghubungkan informasi artikel-artikel ilmiah bidang subspesialisasi yang tidak pernah saling mengutip dan tidak ada ilmuwannya yang saling bekerja sama. Misalnya, dengan secara sistematis melakukan referensi silang pada pangkalan data literatur dari berbagai disiplin ilmu, ia mengungkap "sebelas koneksi yang terlalaikan" di antara kekurangan magnesium dan riset migrain, kemudian mengajukan agar mereka diuji. Semua informasi yang ia temukan berada di ranah publik; hanya saja belum pernah dikaitkan. Swanson menyebutnya "Pengetahuan publik yang belum ditemukan." Pada 2012, American Headache Society dan American Academy of Neurology mengulas semua riset tentang pencegahan migrain dan menyimpulkan bahwa magnesium perlu dianggap sebagai pengobatan umum. Bukti untuk magnesium sama kuatnya dengan bukti untuk obat migrain yang umum, misalnya ibuprofen.

Swanson ingin menunjukkan bahwa area literatur spesialis yang normalnya tidak pernah tumpang-tindih ternyata dipenuhi harta antardisiplin ilmu yang menanti untuk saling dihubungkan. Ia menciptakan sebuah sistem komputer, Arrowsmith, yang membantu pengguna lain melakukan apa yang telah ia lakukan—merencanakan pencarian artikel ilmiah yang tampaknya berjauhan tetapi sebenarnya relevan, dan memicu suatu bidang ilmu informasi yang menghubungkan area-area pengetahuan yang beragam, saat pengkhususan bidang yang sebenarnya bisa saling memberi informasi malah saling menjauh.

Swanson berpulang pada 2012, jadi saya menghubungi putrinya, seorang profesor falsafah politik, Judy Swanson, untuk mengetahui apakah ia pernah berdiskusi dengan ayahnya tentang kecemasan ayahnya terhadap pengkhususan bidang. Ketika saya menghubungi-

nya, ia sedang berada di suatu konferensi, "yang kebetulan berkaitan dengan pengkhususan bidang yang berlebihan di ilmu-ilmu sosial," katanya. Dari luar, Judy Swanson tampak sangat berspesialisasi. Halaman situs web akademiknya berisi daftar empat puluh empat artikel dan bukunya, dan masing-masing memiliki kata "Aristoteles" di judulnya. Jadi, saya menanyakan perasaannya tentang pengkhususan bidangnya sendiri, dan ia seakan terkejut. Ia tidak menganggap dirinya sangat berspesialisasi dibandingkan rekan-rekannya, sebagian karena ia menghabiskan waktu untuk mengajar mahasiswa S-1 yang memerlukan lebih banyak hal selain Aristoteles. "Ada perasaan frustrasi," katanya kepada saya, "bahwa saya harus melakukan sesuatu yang lebih khusus." Departeman akademis sudah bukan sekadar terbagi menjadi subspesialisasi, mereka memuja keterbatasan sebagai hal yang ideal.

Itu tidak produktif. Seperti yang dikatakan oleh Karim Lakhani setelah riset InnoCentive-nya, kunci bagi pemecahan masalah yang kreatif adalah menggunakan orang luar yang menggunakan pendekatan berbeda "sehingga 'lapangan rumah' untuk masalah tidak malah menghambat jalan keluar." Terkadang, lapangan rumah itu bisa menjadi begitu terbatas sehingga orang luar yang ingin tahu adalah satu-satunya orang yang bisa melihat jalan keluar.

Sebuah judul subjek surel menarik perhatian saya: "Pemenang medali Olimpiade dan pasien penciutan otot memiliki mutasi yang sama."

Saya baru saja menulis buku tentang genetik dan atletik, dan berpikir surel itu akan menunjuk ke beberapa artikel jurnal yang telah terlewatkan. Ternyata itu adalah surat dari pasien penciutan otot itu sendiri, Jill Viles, seorang perempuan berusia tiga puluh sembilan tahun di Iowa. Ia mempunyai teori yang menghubungkan mutasi gen yang menciutkan otot-ototnya dengan seorang pelari Olimpiade, dan ia menawarkan untuk mengirim lebih banyak informasi.

Saya pikir akan mendapat sepucuk surat atau beberapa guntingan artikel baru. Ternyata saya mendapat setumpuk foto keluarga, riwayat medis yang rinci, serta paket yang dijilid dan bergambar sebanyak sembilan belas halaman yang merujuk pada mutasi gen menurut lokasi tertentu DNA-nya. Ia sudah melakukan riset yang serius.

Di halaman 14, terdapat foto Jill mengenakan bikini biru, dengan rambut pirang yang acak-acakan tertiup angin, sambil duduk di pasir dan tersenyum. Torsonya tampak normal, tetapi lengannya sangat kurus, seperti ranting yang ditancapkan ke boneka salju. Tungkainya sepertinya tidak akan sanggup menyangga tubuhnya, pahanya tidak lebih lebar daripada sendi lututnya.

Di sebelahnya terdapat foto dari Priscilla Lopes-Schliep, salah satu pelari terbaik dalam sejarah Kanada. Pada Olimpiade 2008 di Beijing, ia memenangkan medali perunggu untuk lari 100 meter. Perbedaannya sangat menakjubkan. Priscilla tengah berlari, ototnya meliuk menuruni tungainya, pembuluh darah menonjol di lengannya. Ia tampak seperti pahlawan yang digambar oleh anak kelas dua SD. Saya tidak bisa membayangkan bahwa kedua perempuan itu memiliki kesamaan cetak biru biologis.

Pada beberapa gambar daring dari Priscilla, Jill mengenali sesuatu yang sama dengannya, fisik yang umumnya lebih kurus—pola yang sama dari tidak adanya lemak di anggota tubuh. Ia berteori bahwa dirinya dan Priscilla memiliki mutasi gen yang sama, tetapi Priscilla tidak mengalami penciutan otot, tubuhnya telah menemukan cara untuk "membelok menghindarinya," seperti kata Jill, dan malah membuat otot-otot yang besar. Jika teorinya benar, Jill berharap ilmuwan akan mau mempelajari dirinya dan Priscilla untuk mengetahui cara menolong orang-orang yang mempunyai otot seperti Jill agar bisa sedikit mirip dengan Priscilla yang berada di ujung spektrum lain dari dirinya. Ia menginginkan bantuan saya guna meyakinkan Priscilla untuk melakukan tes genetik.

Bagi saya, gagasan bahwa seorang guru pengganti paruh waktu—dengan menggunakan alat medis terdepan yang dikenal sebagai

Gambar Goggle—akan menciptakan penemuan tentang seorang atlet profesional yang diperiksa oleh para dokter adalah nyaris tidak mungkin sekaligus benar-benar gila. Saya berkonsultasi dengan pakar genetik di Harvard. Ia khawatir. "Memberdayakan relasi di antara kedua perempuan ini bisa berakhir dengan buruk," katanya kepada saya. "Orang sering berlebihan ketika mengaitkan dirinya dengan selebritas yang menurutnya berkaitan dengannya."

Sebelumnya saya tidak membayangkan kemungkinan itu; saya jelas tidak ingin memfasilitasi seorang pengekor. Diperlukan beberapa waktu bagi Jill untuk meyakinkan saya bahwa karena pengalaman uniknya, ia bisa melihat apa yang tidak bisa dilihat oleh para spesialis.

Ketika Jill berusia empat tahun, seorang guru prasekolah memperhatikan dia sering jatuh. Jill mengatakan kepada ibunya ia takut pada "jari-jari tukang sihir" yang merenggut tulang keringnya dan membuatnya tersandung. Dokter spesialis anak mengirim keluarganya ke Mayo Clinic.

Tes darah menunjukkan bahwa Jill, ayahnya, dan saudaranya memiliki kadar kreatina kinasa—enzim yang pecah dari otot rusak—yang lebih tinggi dari normal. Dokter berpikir bahwa ada sejenis kondisi penciutan otot yang diturunkan di keluarga, tetapi normalnya tidak akan muncul pada gadis kecil, dan saudara serta ayah Jill sepertinya baik-baik saja.

"Mereka bilang keluarga kami sangat unik," kata Jill kepada saya. "Dari satu sisi itu bagus karena mereka bersikap jujur. Namun, di sisi lain, itu sangat menakutkan."

Setiap musim panas, Jill kembali ke Mayo dan hasilnya selalu sama. Ia sudah jarang jatuh, tetapi saat ia berusia delapan tahun, lemak di anggota tubuhnya menghilang. Anak-anak lain bisa melingkarkan jari-jarinya di lengannya, dan ketika pembuluh darah balik mulai menonjol di tungkainya, mereka bertanya bagaimana

rasanya menjadi tua. Ibu Jill begitu khawatir pada kehidupan sosial putrinya sehingga diam-diam ia memberi uang gadis lain untuk bergaul dengannya. Di usia dua belas tahun, ia mulai sulit menahan tubuhnya untuk duduk tegak di atas sepeda, dan harus berpegangan ke pagar di arena luncuran sepatu roda.

Jill mulai mencari jawaban, dengan gaya seorang anak. Ia mencari buku-buku di perpustakaan tentang hantu. "Itu benar-benar membuat ayah saya takut," katanya kepada saya. "Ia pikir saya sedang mencari informasi tentang kelompok pemuja setan. Padahal bukan begitu." Ia hanya tidak bisa menjelaskan apa yang sedang terjadi padanya, jadi ketika ia membaca kisah tentang orang-orang yang mengalami kesulitan yang tidak bisa dijelaskan, "Anda tahu, saya memercayainya."

Saat ia pergi untuk memasuki perguruan tinggi, tingginya 157 cm dan beratnya 43,5 kg. Ia menuju perpustakaan, mencermati setiap jurnal ilmiah yang bisa ia temukan tentang penyakit otot.

Ia menemukan makalah di jurnal *Muscle and Nerve,* tentang penciutan otot jenis langka yang disebut Emery-Dreifuss, dan dikejutkan oleh foto yang menyertainya. *Itu lengan ayah,* pikirnya.

Ayahnya kurus tetapi otot lengan bawahnya terbentuk dengan sangat baik. Ketika masih kecil, Jill menyebutnya "lengan Popeye". Makalah lain yang menjelaskan pasien Emery-Dreifuss memang mengacu pada kelainan lengan Popeye. Makalah di *Muscle and Nerve* itu melaporkan bahwa pasien-pasien Emery-Dreifuss mengalami "penciutan" yang memengaruhi gerakan sendi.

"Saya merinding membacanya," kenang Jill. Ia menjelaskan penciutannya seperti boneka Barbie: lengan selalu menekuk, leher kaku, kaki selamanya miring untuk sepatu bertumit tinggi. Riset menunjukkan bahwa Emery-Dreifuss hanya terjadi pada pria, tetapi Jill jelas mengidapnya, dan ia takut. Kondisi otot itu disertai dengan masalah jantung.

Ia menjejali tasnya dengan artikel-artikel untuk dibawa pulang selama libur. Pada suatu hari, ia menemukan ayahnya membaca-

baca artikel itu. Ayahnya memiliki semua gejala itu, katanya kepada putrinya. "Ya, Ayah tahu ... lengan, leher," jawab Jill. Bukan, kata ayahnya: gejala-gejala jantung.

Selama bertahun-tahun, ayah Jill telah diberitahu bahwa irama yang tak beraturan dari jantungnya disebabkan oleh virus. "Bukan," kata Jill seketika. "Kita mengidap Emery-Dreifuss." Ia membawa ayahnya yang berusia empat puluh lima tahun ke Iowa Heart Center dan bersiteguh agar diperiksa oleh spesialis jantung. Perawat mewajibkan surat rujukan, tetapi Jill begitu bersikeras sehingga akhirnya mereka menyerah. Spesialis jantung memasang monitor pada ayahnya yang melacak aktivitas listrik di jantungnya selama sehari, selama mana denyutnya menurun menjadi dua puluhan. Ia sedang bersiap untuk memenangkan Tour de France atau akan mati. Ia dilarikan ke bedah darurat untuk dipasangi alat pacu jantung. "Jill telah menyelamatkan nyawa ayahnya," kata ibu Jill, Mary, kepada saya.

Namun, Iowa Heart Center tidak bisa meneguhkan kondisi keluarganya. Dalam bacaannya, Jill menemukan sekelompok periset Italia yang mencari keluarga dengan Emery-Dreifuss. Mereka ingin menemukan mutasi gen yang menyebabkannya.

Jill yang berusia sembilan belas tahun mengenakan celana biru tuanya yang paling bagus, membawa kertas-kertasnya ke seorang dokter spesialis saraf di Des Moines, dan meminta untuk dihubungkan dengan kajian Italia itu. "Tidak, Anda tidak mengidapnya," jawab spesialis saraf dengan galak. Ia bahkan menolak untuk melihat kertas-kertas yang dibawa Jill. Itu bisa dimengerti mengingat Jill hanyalah seorang remaja yang mendiagnosis dirinya sendiri untuk penyakit yang sangat langka yang hanya terjadi pada pria. Jadi, pada 1995, ia menulis kepada tim periset Italia itu dan mengirimkan gambar dirinya.

Jawaban yang ia dapat dari Istituto di Genetica Biochimica ed Evoluzionistica jelas dimaksudkan untuk seorang ilmuwan. Tolong kirim DNA dari seluruh keluarga, tulis mereka. "Jika Anda tidak

bisa menyiapkan DNA, kirim saja darah segar." Jill meyakinkan seorang temannya yang perawat untuk menyelundupkan jarum dan tabung percobaan ke rumahnya. Untungnya, Italia mau menerima kiriman darah melalui pos biasa.

Bertahun-tahun sebelum Jill mendapat kabar balik dari tim Italia, ia sudah memutuskan. Pada perjalanan tahunannya ke Mayo Clinic, melawan protes dari ibunya, ia mengambil pena dan menulis sendiri "Emery-Dreifuss" di catatan medisnya.

Pada 1999, ia mendapat surel dari Italia. Ia meluangkan waktu untuk mengendapkannya, kemudian mengekliknya. Ia memiliki suatu mutasi gen yang dikenal sebagai *LMNA,* atau sebutan populernya gen lamin. Begitu pula ayahnya. Begitu pula dua saudara dan satu saudarinya. Begitu pula empat keluarga lain di kajian Emery-Dreifuss. Jill benar.

Gen lamin membawa bahan untuk pembuatan sebuah simpul protein di pusat setiap sel yang memengaruhi bagaimana gen lain dinyalakan atau dipadamkan, seperti lampu, mengubah cara tubuh membangun lemak dan otot. Di suatu tempat di sepanjang tiga miliar G, T, A, dan C dalam genom Jill, satu huruf kebetulan keliru ditempatkan.

Jill senang karena telah membantu menemukan sebuah mutasi baru yang menyebabkan penyakit. Meskipun begitu "itu nyaris seperti humor gelap," katanya. "Ternyata sebuah G berubah menjadi sebuah C."

Pada 2012, Ayah Jill berusia enam puluh tiga tahun ketika akhirnya jantungnya menyerah.

Saat itu, Jill telah menggunakan skuter bermotor, menikah dan mempunyai seorang putra, serta pensiun dari pekerjaan detektif kedokterannya.

Beberapa hari setelah kematian ayah mereka, adik perempuannya menunjukkan sebuah gambar daring dari pelari Olimpiade yang

sangat berotot yang tidak memiliki lemak. "Saya melihatnya sekilas, lalu ... apa?! Kami tidak mengalami itu. Apa yang kau bicarakan?" kata Jill. Lalu, ia menjadi ingin tahu.

Sebenarnya Jill bertanya-tanya tentang lemak sejak lama. Seperti otot, lemak tidak hadir di tubuhnya. Lebih dari satu dekade sebelumnya, ketika berusia dua puluh lima tahun, seorang direktur laboratorium di Johns Hopkins mendengar tentangnya dan—(karena) menginginkan seorang mutan lamin yang benar-benar hidup di laboratoriumnya—menawarkan magang musim panas untuknya di mana ia bisa mencermati beberapa jurnal untuk setiap kondisi yang disebabkan oleh mutasi lamin. Ia menemukan suatu penyakit sangat langka yang disebut lipodistrofi parsial, yang menyebabkan lemak di anggota tubuh menghilang sehingga pembuluh darah dan otot menciut berbungkus kulit. Sekali lagi, Jill melihat keluarganya dalam gambaran itu. Mungkinkah ia bukan memiliki satu, tetapi dua penyakit genetik yang sangat langka? Ia membanjiri dokter-dokter di suatu konferensi kedokteran dengan foto. Mereka meyakinkannya bahwa ia tidak mengalami lipodistrofi dan mendiagnosisnya dengan sesuatu yang lebih umum: sindrom mahasiswa kedokteran. "Jika Anda memiliki mahasiswa kedokteran yang diperkenalkan pada banyak penyakit baru," kata Jill, "dan mereka terus berpikir sedang terjangkit apa yang mereka baca."

Semua itu membanjir kembali ketika ia melihat gambar Priscilla. Bukan saja gambar di lomba, tetapi juga gambar di rumah, menggendong bayi perempuannya. Ada pembuluh darah yang menonjol, lengan baju yang melorot di atas lengan yang tak berlemak, pembagian yang jelas di antara otot pinggul dan pantat. "Saya tahu kami adalah guntingan dari kain yang sama," kata Jill. "Kain yang sangat langka."

Itu adalah kunci visual ketiganya. Yang pertama adalah Emery-Dreifuss keluarganya sendiri, lalu ketika ia berpikir mereka juga mengalami lipodistrofi, dan sekarang ia melihat pola hilangnya lemak yang sama pada Priscilla. Namun, jika mereka memiliki

kondisi lemak yang sama, bagaimana Priscilla mendapat pertolongan ganda dari otot sementara ia tidak memilikinya? "Inilah *kryptonite*-ku, tetapi ini adalah bahan bakar roket bagi Priscilla," pikir Jill. "Kami seperti pahlawan komik yang terpencar sejauh mungkin. Maksud saya, tubuhnya telah menemukan cara untuk membelok, menghindari kondisi kehilangan otot." Selama setahun, ia merenungkan untuk meminta Priscilla mendapatkan tes genetik tanpa harus muncul di lapangan lari dan mengejarnya dengan skuter bermotornya.

Kebetulan Jill berada di dekat televisi ketika saya sedang membicarakan para atlet dan genetik pada suatu progam pagi. "Saya pikir, 'Oh, ini adalah takdir Tuhan,'" katanya kepada saya. Ia mengirim surat itu, dan bertanya apakah saya bersedia menghubungi Priscilla. Agen Priscilla, Kris Mychasiw, dan saya kebetulan saling mengikuti di Twitter, jadi saya mengirim pesan kepadanya. Ia menertawakan saya ketika saya mencoba menjelaskan gagasan yang nyaris mustahil bahwa kedua perempuan ini saling berlawanan secara biologis, tetapi bahwa saya juga sangat terkesan pada upaya Jill. Ia menyampaikan pesan saya kepada Priscilla.

"Ia hanya berkata, 'Perempuan ini di Iowa. Dia bilang mempunyai gen yang sama denganmu, dan ingin berbincang denganmu,'" kenang Priscilla. "Saya hanya berkata, 'Hm, saya tidak tahu, Kris.'" Kris mengusulkan agar ia meneleponnya saja.

Karena fisiknya, media di Eropa secara terbuka telah menuduh Priscilla menggunakan steroid. Seseorang mengunggah fotonya, sedang berjuang keras menuju garis akhir di Olimpiade, dengan kepala binaragawan pria dipasang di atas tubuhnya. "Itu kacau sekali," kata Priscilla kepada saya. Pada 2009 World Championships di Berlin, beberapa menit sebelum memenangkan medali perak, ia dites untuk mengecek adanya obat-obatan dalam tubuhnya, walaupun secara teknis pengujian obat-obatan tidak diperbolehkan dalam waktu yang sedekat itu dengan lomba. Ketika saya menelepon, ia bersemangat untuk membagikan foto-fotonya, untuk menunjukkan

bahwa sejak sekolah lanjutan, ia sudah sangat kurus dan pembuluh darahnya menonjol. Salah satu foto menunjukkan para perempuan di keluarganya sedang berpose ala binaragawan. Seorang kerabatnya yang lanjut usia memamerkan otot bisepsnya yang berombak dan sebuah tali pembuluh darah yang tebal melintasi sikutnya. Setelah perbincangan kami, Priscilla setuju untuk bicara dengan Jill.

Mereka langsung akrab di telepon—bercerita tentang bagaimana saat masih kecil mereka diejek untuk pembuluh darah mereka—dan Priscilla setuju untuk bertemu dengan Jill dan ibunya di lobi sebuah hotel di Toronto. Ketika Priscilla tiba, "Oh astaga," pikir Jill, "itu seperti bertemu dengan keluarga." Mereka masuk ke lorong hotel untuk membandingkan bagian-bagian tubuh, yang ukurannya sangat berbeda tetapi memiliki topografi yang sama, yang terbuka oleh tidak adanya lemak. "Ada sesuatu yang nyata di sini," pikir Priscilla. "Mari kita tes. Mari kita temukan."

Diperlukan satu tahun untuk menemukan dokter yang bersedia menganalisis gen lamin Priscilla. Akhirnya, Jill pergi ke suatu konferensi kedokteran dan mendekati pakar yang paling utama di bidang lipodistrofi, dr. Abhimanyu Garg, dari University of Texas Southwestern Medical Center. Ia setuju untuk melakukan tes dan evaluasi lipodistrofi.

Sekali lagi, Jill benar. Ia dan Priscilla bukan saja sama-sama memiliki lipodistrofi, tetapi juga memiliki subkategori dari lipodistrofi parsial langka yang sama, yang dikenal sebagai tipe Dunnigan.

Runutan huruf di DNA Priscilla dan Jill adalah tetangga di gen yang sama. Sedikit jarak di lokasi huruf dalam DNA sepertinya menimbulkan perbedaan yang luar biasa, mengambil otot dan lemak dari Jill, tetapi hanya mengambil lemak dan menumpuk otot pada Priscilla.

Dokter Garg langsung menelepon Priscilla, dan mengetahui dia sedang berada di mal bersama anak-anaknya. "Saya baru membayangkan untuk membeli burger dan kentang goreng," cerita Priscilla kepada saya. Priscilla bertanya apakah ia boleh membalas telepon

dr. Garg setelah makan siang. Dokter Garg menjawab bahwa ia tidak boleh menunda lagi. "Ia seakan berkata, 'Kau hanya boleh makan *salad*. Kau sedang di jalan menuju serangan [pankreatitis].' Dan saya menjawab, 'Anda bilang apa?'"

Terlepas dari latihan ala atlet Olimpiade, karena lipodistrofinya yang tidak terpantau, Priscilla memiliki kadar lemak yang tiga kali lipat dari kadar normal di dalam darahnya. "Itu masalah yang parah," kata Garg kepada saya. Priscilla harus segera mengubah dietnya dan memulai mengonsumsi obat.

Jill telah memperpanjang hidup ayahnya, dan sekarang—dengan menggunakan gambar-gambar dari Google—mendorong kemunculan campur tangan obat yang bisa mengubah hidup seorang atlet profesional. "Kau menyelamatkanku dari keharusan untuk pergi ke rumah sakit!" kata Priscilla kepada Jill ketika ia meneleponnya.

Bahkan Garg dikejutkan oleh apa yang telah dilakukan oleh Jill. Mereka adalah kasus perkembangan otot sangat ekstrem yang pernah ia lihat di pasien-pasien lipodistrofi—tentunya, berada di ujung spektrum yang berseberangan. Pada situasi normal, Jill dan Priscilla tidak akan pernah berakhir di kantor dokter yang sama. "Saya bisa mengerti seorang pasien bisa belajar lebih banyak tentang penyakitnya," kata Gard kepada saya. "Namun, menjangkau orang lain, dan juga menemukan masalah mereka, itu tindakan yang luar biasa."

Jill tidak berhenti di sana. Ia menemukan karya seorang biolog Prancis, Etienne Lefai, seorang hiperspesialis yang mempelajari suatu protein yang disebut SREBP1, yang membantu sel-sel menentukan apakah akan langsung menggunakan lemak dari makanan atau menyimpannya untuk cadangan bahan bakar. Lefai menunjukkan bahwa ketika protein menumpuk pada hewan, itu bisa menyebabkan atrofi otot yang ekstrem atau pertumbuhan otot yang ekstrem. Jill menghubunginya dan mengatakan bahwa mungkin ia telah menguak mekanisme biologis yang menjadikan dirinya dan Priscilla sangat berbeda, SREBP1 berinteraksi dengan lamin.

"Baiklah, itu memicu semacam perenungan dari pihak saya yang mengatakan, 'Itu pertanyaan yang sangat baik. Itu pertanyaan yang sangat, *sangat* baik!'" kata Lefai kepada saya dengan aksen Prancis yang kental. Ia mulai meneliti apakah mutasi gen lamin bisa mengubah pengaturan SREBP1, dan pada gilirannya menyebabkan hilangnya otot dan lemak. "Saya tidak tahu apa yang bisa saya lakukan dengan penyakit genetik sebelum Jill menghubungi saya," katanya. "Sekarang, saya telah mengubah jalan dari tim saya."

Semakin banyak informasi yang diciptakan oleh spesialis, semakin banyak peluang bagi orang-orang amatir untuk berkontribusi dengan menggabungkan informasi yang tersedia luas tetapi saling bertentangan—pengetahuan publik yang belum ditemukan, seperti kata-kata Don Swanson. Semakin besar dan mudah diaksesnya perpustakaan pengetahuan manusia, semakin besar peluang bagi orang-orang yang senang meneliti untuk membuat berbagai koneksi di garis terdepan untuk terobosan. Ketika pengkhususan bidang semakin cepat, suatu operasi seperti InnoCentive, yang pada awalnya tampak tidak intuitif, malah harus berbuah lebih lebat.

Namun, bukan hanya peningkatan pengetahuan baru yang menumbuhkan peluang bagi nonspesialis. Dalam lomba ke garis depan, banyak pengetahuan bermanfaat yang ditinggalkan begitu saja untuk menampung debu. Itu menghadirkan jenis peluang lain bagi mereka yang ingin menciptakan dan menemukan, tetapi tidak bisa atau sekadar tidak ingin bekerja di garis depan. Mereka bisa mendorong maju dengan melihat ke belakang; mereka bisa menggali pengetahuan lama, tetapi menggunakannya dengan cara yang baru.

BAB 9

Pemikiran Lateral Bersama Teknologi Usang

SELAMA DUA ABAD isolasi batas tertutup, Jepang melarang *hanafuda*—atau "kartu bunga", yang disebut begitu karena kedua belas jenis kartu tersebut diwakili oleh bunga. Kartu permainan ini dikaitkan dengan perjudian dan pengaruh budaya Barat yang tidak diinginkan oleh negara. Di akhir abad kesembilan belas, Jepang memperkenalkan kembali dirinya kepada dunia dan pada akhirnya larangan itu dicabut. Jadi, pada musim gugur 1889, seorang pria muda membuka toko kecil yang terbuat dari kayu di Kyoto dan menggantung papan nama di jendelanya: "Nintendo".

Makna yang sesungguhnya dari huruf-huruf Jepang itu telah tertelan oleh sejarah. Mungkin artinya adalah "serahkan keberuntungan pada surga", tetapi kemungkinan besar itu adalah cara yang puitis untuk mengatakan "perusahaan yang diperbolehkan menjual *hanafuda*". Pada 1950, terdapat seratus karyawan, dan cicit laki-laki dari sang pendiri, yang berusia dua puluh dua tahun, mengambil alih perusahaan. Namun, muncul masalah. Ketika Olimpiade Tokyo 1964 mendekat, orang dewasa Jepang beralih ke *pachinko* untuk permainan judinya dan kehebohan boling merenggut semua dana hiburan. Dalam upaya yang mendesak untuk melakukan diversifikasi perusahaan yang telah bertahan hidup dengan *hanafuda* selama

tiga perempat abad, presiden muda itu mulai menyebar investasi. Makanan tidak pernah ketinggalan zaman, jadi ia menggeser perusahaan ke produk nasi dan sayuran instan yang dihias dengan tokoh-tokoh kartun. (Mi instan Popeye, ada yang berminat?) Lalu, ada usaha "hotel cinta" yang bisa disewa per jam dan armada taksi yang gagal, yang membuat presiden perusahaan diliput oleh koran-koran gosip. Nintendo tenggelam dalam utang. Presiden perusahaan berniat mempekerjakan lulusan muda dan pintar dari universitas untuk membantunya berinovasi.

Hal itu tidak berjalan. Nintendo adalah perusahaan kecil di Kyoto; mahasiswa unggul Jepang menginginkan perusahaan besar di Tokyo. Sisi terangnya, masih ada bisnis permainan kartu yang telah menjadi kartu buatan mesin yang paling hemat biaya. Pada 1965, presiden memutuskan untuk mempekerjakan seorang lulusan elektronik setempat bernama Gunpei Yokoi, yang mengalami kesulitan selama studi dan telah melamar ke pabrik elektronik besar tetapi tidak diterima. "Apa yang akan kau lakukan di Nintendo?" teman-teman kelas Yokoi bertanya kepadanya. Ia tidak khawatir. "Bagaimanapun, saya tidak ingin meninggalkan Kyoto," katanya kelak. "Saya tidak pernah punya impian khusus soal pekerjaan, jadi itu oke-oke saja."* Tugasnya adalah merawat mesin pembuat kartu. Namun, hanya ada beberapa mesin di sana, jadi Yokoi adalah satu-satunya orang di bagian pemeliharaan perusahaan itu.

Yokoi telah lama memiliki berbagai hobi: piano, dansa *ballroom*, paduan suara, menyelam, membuat kereta api mainan, mengerjakan mobil, dan terutama *monozukuri*—yang artinya secara harfiah "membuat benda". Ia senang mengutak-atik. Sebelum ada

---

* Gagasan dan kata-kata Yokoi diambil dari tulisan dan wawancaranya sendiri, termasuk buku karangan bersamanya 横井軍平ゲーム館 (Yokoi Gunpei Gēmu-kan), yang diterjemahkan menjadi *Gunpei Yokoi Game House*. Karya Yokoi tidak muncul dalam bahasa Inggris, jadi bagian-bagian yang digunakan di sini adalah hasil terjemahan.

stereo mobil, ia menghubungkan sebuah *tape recorder* ke radio mobilnya agar bisa memutar kembali isinya di lain waktu. Pada beberapa bulan pertama di Nintendo, tidak banyak yang harus ia lakukan, jadi ia menghabiskan waktunya bermain-main dengan peralatan perusahaan. Pada suatu hari, ia memotong kayu tripleks dan membentuk sebuah lengan sederhana yang bisa dijulurkan, seperti mainan *jack-in-the-box* yang telah ia lihat di film kartun ketika perut sebuah robot membuka dan sebuah sarung tinju menonjok keluar. Ia memasang alat jepit di ujung terluar yang bisa menutup dan menjepit jika ia menekan gagang untuk menjulurkan lengan kayu itu. Kemudian, dengan malas ia bisa mengambil benda-benda yang letaknya jauh.

Presiden perusahaan melihat karyawan baru ini bermain-main dengan alat barunya dan memanggilnya ke kantor. "Saya pikir saya akan ditegur," kenang Yokoi. Alih-alih begitu, presiden yang sedang terdesak ini meminta Yokoi untuk mengubah alatnya menjadi permainan. Yokoi menambah sekelompok bola warna yang bisa diraih dengan lengan kayunya, dan "Ultra Hand"-nya langsung dipasarkan. Itu adalah mainan pertama Nintendo dan terjual 1,2 juta unit. Perusahaan berhasil membayar sebagian dari utangnya. Itulah akhir dari karier pemeliharaan mesin Yokoi. Presiden perusahaan menugaskannya untuk memulai bagian riset dan pengembangan pertama Nintendo. Sarana yang pernah membuat nasi instan diubah menjadi pabrik mainan.

Kesuksesan lebih besar terjadi sesudahnya, tetapi sebuah kegagalan besar di tahun pertamalah yang sangat memengaruhi Yokoi. Ia sedang membantu menciptakan Drive Game, unit permainan yang ditempatkan di atas meja di mana seorang pemain menggunakan roda kemudi untuk mengemudikan sebuah mobil plastik di jalur lomba, yang berputar di bawah mobil dengan menggunakan motor elektrik. Itu adalah mainan Nintendo pertama yang menggunakan listrik, dan benar-benar gagal. Mekanisme internalnya termasuk maju untuk zamannya, tetapi akhirnya begitu rumit

dan rapuh sehingga sangat mahal dan sulit untuk diproduksi, dan unit-unitnya penuh cacat. Namun, kegagalan itu adalah benih falsafah kreatif Yokoi yang terus ia pelihara selama tiga puluh tahun berikutnya.

Yokoi sangat menyadari keterbatasan rekayasanya. Seperti yang dikatakan oleh seorang sejarawan permainan, "Ia belajar elektronik pada masa ketika teknologi berkembang lebih cepat daripada lelehnya salju di sinar matahari." Yokoi tidak punya hasrat (atau kemampuan) untuk bersaing dengan perusahaan elektronik yang saling berlomba untuk menciptakan teknologi terbaru dan menakjubkan. Nintendo juga tidak bisa bersaing dengan raja mainan tradisional Jepang—Bandai, Epoch, dan Takara—di ranahnya sendiri. Dengan situasi itu, dan Drive Game di benaknya, Yokoi memulai suatu pendekatan yang ia sebut "pemikiran lateral bersama teknologi usang". Pemikiran lateral adalah istilah yang diciptakan pada 1960-an untuk penggambaran ulang informasi dalam konteks yang baru, termasuk mempersatukan konsep atau bidang yang kelihatannya terpisah, yang bisa memberi kegunaan baru pada gagasan lama. Yang dimaksud oleh Yokoi dengan "teknologi usang" adalah teknologi yang cukup tua untuk dimengerti dengan baik dan tersedia dengan mudah, sehingga tidak memerlukan pengetahuan seorang spesialis. Inti dari falsafahnya adalah menggunakan teknologi yang murah, sederhana, untuk digunakan dengan cara yang tidak pernah dipertimbangkan oleh orang lain. Jika ia tidak bisa berpikir lebih dalam tentang teknologi baru, katanya memutuskan, ia akan memikirkan teknologi lama dengan cara yang lebih lebar. Dengan sengaja, ia mundur dari garis terdepan dan memulai *monozukuri* (menciptakan sesuatu yang benar-benar berkualitas dan memuaskan).

Ia menghubungkan sebuah transistor ke galvanometer murahan yang dijual di toko-toko, dan melihat bahwa ia bisa mengukur arus yang mengalir di tubuh rekan kerjanya. Yokoi membayangkan sebuah mainan yang akan menjadikan anak lelaki dan perempuan berpegangan tangan dengan gembira, itu gagasan yang berisiko di

Jepang pada masa itu.* Love Tester sebenarnya tidak lebih dari dua gagang konduktor dan sebuah alat ukur. Satu tangan pemain memegang gagang sementara tangan lainya memegang tangan pemain lain, dan dengan begitu melengkapi sebuah sirkuit. Alat pengukur melaporkan arus listrik seakan-akan itu mengukur cinta di antara pemain. Sebenarnya semakin basah telapak tangan seseorang, semakin besar konduksi listrik pada pasangan itu. Mainan itu menjadi favorit para remaja dan perlengkapan pesta untuk orang dewasa. Yokoi berbesar hati. Ia berkomitmen untuk menggunakan teknologi yang sudah menjadi murah—bahkan tersia-sia—dengan cara baru.

Pada awal 1970-an, mobil mainan yang dikendalikan oleh gelombang radio sedang populer, tetapi teknologi kendali radio yang baik bisa menghabiskan satu bulan gaji, jadi itu hanya menjadi hobi orang dewasa. Seperti yang sering dilakukannya, Yokoi merenungkan cara untuk membuat mainan berkendali radio bagi kalangan luas. Jadi, ia memundurkan teknologi itu. Yang menghabiskan biaya besar dari mainan itu adalah kebutuhan akan saluran kendali radio majemuk. Mobil mainan itu dimulai dengan dua saluran, satu untuk mengendalikan tenaga dari mesin, satu lagi untuk mengendalikan roda. Semakin banyak fungsi yang dimiliki oleh mainan, semakin banyak saluran radio yang diperlukan. Yokoi melucuti teknologi sampai tingkatan yang paling minim, mobil mainan kendali radio bersaluran tunggal yang hanya bisa membelok ke kiri. Nama produknya: Lefty RX. Harganya kurang dari sepersepuluh harga mainan mobil kendali radio biasa dan sanggup bertanding untuk lomba yang memutar ke arah sebaliknya dari jarum jam. Bahkan ketika mobil itu harus mengelak dari rintangan, dengan mudah anak-anak belajar membelok ke kiri untuk menghindari masalah.

Suatu hari pada 1977, saat menumpang kereta cepat dari perjalanan bisnis di Tokyo, Yokoi terbangun dari tidur sejenaknya

---

* Twister gagal di Jepang pada akhir 1960-an karena ketidakcocokan dengan norma sosial yang ada. Ia mendapat nama julukan "kotak erotisisme".

dan melihat seorang karyawan bermain dengan kalkulator untuk meredakan kebosanan perjalanannya. Saat itu, tren yang ada adalah membuat mainan yang sebesar mungkin. Yokoi bertanya-tanya, bagaimana jika ada suatu permainan cukup kecil yang bisa dimainkan oleh orang dewasa secara diam-diam sambil melakukan perjalanan? Ia duduk bersama gagasan itu untuk beberapa waktu, sampai suatu hari ia terpaksa menjadi sopir presiden perusahaannya. Sopir yang biasa sedang terkena flu, dan berkat minat Yokoi pada kendaraan asing, ia adalah satu-satunya orang dari ratusan karyawan Nintendo yang bisa mengemudikan mobil dengan roda kemudi yang ada di sebelah kiri, seperti mobil Cadillac sang presiden. Ia menceritakan gagasan permainan miniaturnya dari kursi sopir. "Ia mengangguk-angguk," kenang Yokoi, "tetapi sepertinya tidak terlalu tertarik."

Seminggu kemudian, Yokoi mendapat kunjungan kejutan dari para eksekutif Sharp, sebuah pabrik kalkulator. Di pertemuan yang telah disopiri olehnya itu, presiden Nintendo duduk di sebelah pemimpin Sharp, dan menyampaikan gagasan dari sopirnya. Telah beberapa tahun Sharp terlibat dalam perang kalkulator dengan Casio. Pada awal 1970-an, sebuah kalkulator berharga ratusan dolar, tetapi ketika komponennya menjadi lebih murah dan perusahaan berebut saham pasar, harganya jatuh dan pasar menjadi jenuh. Sharp ingin mencari kegunaan baru untuk layar LCD-nya.

Ketika para eksekutif Sharp mendengar gagasan Yokoi untuk permainan video yang sebesar kartu nama, dan bahwa itu bisa dimainkan dengan ibu jari di pangkuan, mereka ingin tahu sekaligus skeptis. Apakah layak untuk memulai kemitraan baru hanya untuk mendaur ulang teknologi yang telah menjadi begitu murahan? Mereka tidak yakin bahwa orang bisa membuat gambar yang cukup halus untuk permainan yang diusulkan oleh Yokoi, yang melibatkan tuas yang bisa bergerak ke kiri-kanan berusaha untuk tidak menjatuhkan bola saat bola itu semakin cepat. Bagaimanapun, para insinyur Sharp membuatkan sebuah layar LCD dalam ukuran yang sesuai untuk Yokoi. Lalu, ia menemui masalah besar.

Elektronik di permainan kecil itu dijejalkan ke dalam suatu ruang yang sangat tipis sehingga elemen LCD-nya menyentuh lempeng di layar dan menciptakan distorsi visual berupa pita-pita terang dan gelap yang dikenal sebagai cincin Newton. Yokoi membutuhkan sedikit ruang di antara LCD dan lempeng. Ia mengambil gagasan dari industri kartu kredit. Dengan sedikit mengubah mesin cetak *hanafuda* lama, dengan halus ia mencetak ratusan titik kecil di layar agar lempeng dan elemen layar sedikit terpisah. Saat tenggat waktu mendekat, dengan hanya beberapa jam kerja yang tersisa, seorang rekan membantunya memprogram jam ke layar. Layar-layar LCD sudah digunakan di arloji, dan mereka pikir itu akan memberi alasan kepada orang dewasa untuk membeli "Game & Watch" (Permainan & Arloji).

Pada 1980, Nintendo meluncurkan tiga model Game & Watch pertamanya, dengan harapan seratus ribu penjualan. Enam ratus ribu terjual pada tahun pertama. Nintendo bahkan tidak sanggup memenuhi permintaan internasional. Donkey Kong Game & Watch diluncurkan pada 1982 dan terjual delapan juta unit. Game & Watch terus diproduksi selama sebelas tahun dan terjual 43,4 juta unit. Kebetulan itu termasuk sebuah penemuan lain dari Yokoi yang akan digunakan secara lateral: "Dpad", yang memungkinkan pemain menggerakkan tokohnya ke segala arah dengan hanya menggunakan ibu jari. Setelah sukses dengan Game & Watch, Nintendo memasang Dpad di pengendali Nintendo Entertainment System (Sistem Hiburan Nintendo) yang baru. Alat hiburan rumahan itu membawa permainan yang biasanya dilakukan di toko ke dalam jutaan rumah di seluruh dunia, dan meluncurkan suatu era baru dari permainan. Kombinasi sukses itu— Game & Watch dan Nintendo Entertainment System—juga menjuruskan ke karya terbesar dari pemikiran lateral Yokoi, konsol genggam yang bisa memainkan permainan apa pun yang bisa dimasukkan oleh pengembang ke dalam sebuah *cartridge*: Game Boy.

Dari sudut pandang teknologi, bahkan pada 1989, Game Boy

patut ditertawakan. Tim Yokoi memotong setiap sudut. Prosesor Game Boy adalah teknologi termaju pada 1970-an. Pada 1980-an, alat-alat permainan rumahan bersaing ketat dalam soal kualitas grafis. Sedangkan Game Boy menyakitkan mata. Ia terdiri dari empat warna kelabu, dimunculkan di sebuah layar kecil yang diberi warna kehijauan, jenis warna hijau di antara warna lendir dan alfalfa layu. Gambar-gambar dalam gerakan lateral yang cepat menyapu layar. Di atas semua itu, Game Boy harus bersaing dengan alat lain dari Sega dan Atari yang dalam segala segi lebih superior secara teknologis. Dan Game Boy berhasil menghancurkan mereka.

Pada Game Boy, kekurangan dari teknologi yang usang diimbangi dengan pengalaman pengguna. Ia murah. Ia muat untuk dimasukkan ke saku yang besar. Ia tidak bisa dihancurkan. Jika ia jatuh dan layarnya retak—dan itu harus merupakan kejatuhan yang parah—ia terus berdetak. Jika ia tertinggal di ransel yang masuk ke mesin cuci, setelah dikeringkan, ia siap untuk berfungsi lagi. Tidak seperti pesaingnya yang warna-warni dan menghabiskan tenaganya sendiri, Game Boy bisa dimainkan selama berhari-hari (atau berminggu-minggu) hanya dengan baterai AA. Peranti tua sudah sangat dikenal oleh pengembang di dalam dan di luar Nintendo, dan bersama kreativitas serta kecepatan mereka yang tidak dibebani oleh keharusan untuk mempelajari teknologi baru, mereka memompa keluar begitu banyak permainan seakan-akan mereka adalah leluhur terdini dari perancang aplikasi iPhone—*Tetris, Super Mario Land, The Final Fantasy Legend,* dan semua variasi permainan olahraga yang diluncurkan di tahun pertama dan mengalami sukses besar. Dengan teknologi sederhana, tim Yokoi keluar dari jalur lomba peranti keras dan menarik komunitas pemrogram permainan ke dalam timnya.

Game Boy menjadi bak Sony Walkman dari permainan video, melepaskan teknologi terdepan demi kemampuan untuk dibawa-bawa dan kemampuan untuk dibeli. Game Boy terjual 118,7 juta unit, menjadi benda terlaris di abad kedua puluh. Tidak buruk

untuk sebuah perusahaan kecil yang diperbolehkan untuk menjual *hanafuda*.

Meski saat itu telah dihormati, Yokoi tetap harus mendorong dan mendesak konsep "pemikiran lateral bersama teknologi usang" di dalam perusahaannya agar disetujui untuk Game Boy. "Sulit untuk membuat Nintendo mengerti," katanya kemudian. Namun, Yokoi yakin bahwa jika pengguna tertarik pada permainannya, maka teknologi adalah urusan belakangan. "Jika Anda menggambar dua lingkaran di papan tulis dan berkata, 'Itu boneka salju,' setiap orang yang melihatnya akan merasakan warna putih dari salju," katanya.

Ketika Game Boy diluncurkan, rekan Yokoi mendekatinya dengan "wajah murung," kenang Yokoi, dan melaporkan bahwa alat pesaing telah dipasarkan. Yokoi bertanya apakah layarnya berwarna. Orang itu menjawab ya. "Kalau begitu, kita baik-baik saja," jawab Yokoi.

Strategi Yokoi yang menemukan kegunaan baru untuk suatu teknologi lama, setelah orang lain meninggalkannya, adalah persis seperti yang diminta oleh sebuah tes kreativitas psikologis yang sangat terkenal. Dalam Tes Kegunaan yang Tidak Biasa (atau Alternatif), para pelaku tes harus memunculkan kegunaan yang orisinal dari suatu benda. Misalnya, jika diberi kata "batu bata", pelaku tes akan terlebih dulu memunculkan kegunaan yang sudah dikenal (bagian dari tembok, penahan pintu, senjata). Untuk mendapat nilai yang lebih tinggi, mereka harus memunculkan kegunaan yang konsepnya sangat jauh dan jarang dimunculkan oleh pelaku tes lainnya, tetapi masih dimungkinkan. Untuk batu bata: pemberat kertas; pemecah kacang; peti mati untuk pemakaman boneka di sandiwara; alat pengganti air yang dimasukkan ke dalam tangki toilet agar bisa mengurangi jumlah air yang dibuang. (Pada 2015, *Ad Age* menganugerahkan "Pro Bono Campaign of the Year" kepada pemikir lateral yang cerdik dari proyek "DropABrick" yang

membuat batu bata karet untuk digunakan di toilet-toilet California selama musim kering.)

Tentu saja, tidak ada teori yang lengkap dari kreativitas. Namun, ada kecenderungan yang telah terdokumentasikan dengan baik bahwa orang hanya mempertimbangkan kegunaan yang biasa dari benda, suatu naluri yang dikenal sebagai keterpakuan fungsi. Contoh yang paling tersohor adalah "masalah lilin", di mana partisipan diberi sebatang lilin, sekotak paku payung, sekotak korek api, dan diberitahu untuk merekatkan lilin ke dinding sedemikian rupa sehingga lilin cair tidak menetes ke meja di bawahnya. Partisipan berusaha mencairkan lilin ke dinding atau merekatnya dengan paku payung, dan keduanya tidak berhasil. Ketika masalah dihadirkan dengan paku-paku payung diletakkan *di luar* kotaknya, partisipan lebih mungkin untuk melihat kemungkinan kotak kosong sebagai wadah lilin, dan menyelesaikan masalah dengan merekat kotak itu ke dinding dengan paku payung dan menempatkan lilin di dalam kotak. Bagi Yokoi, paku-paku payungnya selalu berada di luar kotak.

Yokoi tentu membutuhkan para spesialis yang terbatas. Insinyur listrik sesungguhnya yang pertama dipekerjakan oleh Nintendo adalah Satoru Okada, yang berkata dengan terus terang, "Elektronik bukanlah titik kuat dari Yokoi." Okada adalah rekan perancang Yokoi di Game & Watch dan Game Boy. "Saya menangani aspek desain dan antarmuka." Okada seperti Steve Wozniak-nya Steve Jobs bagi Yokoi.

Yokoi adalah orang pertama yang mengakuinya. "Saya tidak memiliki keterampilan khusus tertentu," katanya suatu hari. "Saya memiliki sejenis pengetahuan samar dari segala sesuatu." Ia menasihati para karyawan muda untuk tidak sekadar bermain dengan teknologi demi teknologi itu sendiri, tetapi bermain dengan ide. Jangan menjadi insinyur, katanya, jadilah produser. "Produser mengetahui bahwa ada benda yang namanya semikonduktor, tetapi tidak perlu mengetahui cara kerja internalnya ... itu bisa diserahkan kepada para pakar." Ia mengatakan, "Semua orang ingin mempelajari keterampilan yang rinci dan rumit. Jika tidak ada orang

yang melakukan ini, tidak akan ada orang yang bersinar sebagai insinyur .... Melihat diri saya, dari sudut pandang insinyur, adalah seperti mengatakan 'Lihatlah si idiot ini,' tetapi sekali Anda berhasil menciptakan produk yang sukses, kata 'idiot' ini sepertinya menyelinap entah ke mana."

Saat timnya bertumbuh, ia menyebarkan falsafahnya dan meminta setiap orang untuk mempertimbangkan kegunaan lain dari teknologi lama. Ia menyadari bahwa ia beruntung karena telah datang ke sebuah perusahaan kartu mainan, bukan ke perusahaan pembuat mainan elektronik yang sudah berdiri kukuh dengan jalan keluar yang sudah tertanam dalam-dalam, jadi gagasannya tidak dikerdilkan oleh keterbatasan teknisnya. Ketika perusahaan bertumbuh, ia khawatir bahwa para insinyur muda akan terlalu gengsi untuk tampak bodoh saat membagikan gagasannya tentang kegunaan baru dari teknologi lama, jadi ia mulai sengaja memunculkan gagasan gila pada rapat agar suasana terbentuk. "Sekali seorang karyawan muda mulai mengatakan hal-hal seperti, 'Baiklah, mungkin tidak sepantasnya saya mengatakan ...' maka segalanya sudah selesai," katanya.

Tragisnya, Yokoi meninggal dalam kecelakaan lalu lintas pada 1997. Namun, falsafahnya tetap hidup. Pada 2006, presiden Nintendo mengatakan bahwa Nintendo Wii adalah pengembangan langsung dari doktrin Yokoi. "Jika saya bisa bicara tanpa takut disalahpahami," jelas sang presiden, "saya ingin mengatakan bahwa Nintendo tidak memproduksi alat-alat permainan generasi mendatang." Nintendo Wii menggunakan permainan dan teknologi yang sangat sederhana dari alat permainan sebelumnya, tetapi kendali berbasis gerakannya mengubah dunia permainan. Mengingat peranti kerasnya yang sangat mendasar, Nintendo Wii dikritik sebagai tidak inovatif. Profesor Harvard Business School, Clayton Christensen, mengatakan bahwa sebenarnya itu adalah jenis inovasi yang paling penting, suatu "inovasi yang memberdayakan"—yang menciptakan pelanggan baru sekaligus pekerjaan baru, seperti kemunculan

komputer pribadi sebelumnya—karena itu mendatangkan pengguna yang sepenuhnya baru pada permainan video (sering kali pengguna yang lebih tua). "Hanya saja Nintendo berinovasi dengan cara yang lain," tulis Christensen dan rekannya. "Ia mengerti bahwa hambatan dari kemunculan konsumen baru yang menggunakan sistem permainan video adalah kompleksitas dari permainan, bukan kualitas gambarnya." Ratu Elizabeth II dari Inggris menjadi judul berita ketika ia melihat cucunya, Pangeran William, bermain Wii Bowling, kemudian ia memutuskan untuk ikut bermain.

Kegagalan terbesar Yokoi terjadi ketika ia meninggalkan doktrin desainnya sendiri. Salah satu proyek Nintendo terakhirnya adalah Virtual Boy, suatu *headset* permainan yang menggunakan teknologi eksperimental. Peranti itu mengandalkan prosesor yang menghasilkan pancaran radio tinggi, dan sebelum ponsel, tidak ada yang mengetahui apakah itu aman untuk berada di dekat kepala pengguna. Sebuah lempeng logam harus dibuat di sekeliling prosesor, yang pada gilirannya membuat peranti itu terlalu berat untuk bekerja sebagai kacamata. Lalu, peranti itu diubah menjadi peranti yang diletakkan di atas meja dan mewajibkan penggunanya untuk duduk dalam posisi yang tidak alami untuk melihat layar. Itu adalah peranti yang sangat modern, tetapi tidak ada yang membelinya.

Kemenangan terbesar Yokoi terjadi ketika ia berpikir secara lateral. Ia membutuhkan suatu bidang khusus, tetapi ia khawatir bahwa ketika perusahaan bertumbuh dan teknologi mengalami kemajuan, para hiperspesialis berpikiran vertikal akan terus dihargai, sementara para generalis yang berpikiran lateral tidak akan dihargai. "Jalan pintas [untuk tidak adanya gagasan] adalah persaingan di dalam realisme daya komputasi," jelas Yokoi. "Dalam soal itu ... pembuat layar dan pakar desain grafis akan berada di puncak. Lalu alasan keberadaan Nintendo akan menghilang." Ia merasa bahwa pemikir lateral dan vertikal sebaiknya bersama-sama, bahkan di bidang yang sangat teknis.

Fisikawan dan matematikawan terkemuka, Freeman Dyson,

juga berpikir seperti ini: kita membutuhkan katak yang berfokus sekaligus burung yang visioner. "Burung-burung terbang tinggi di udara dan menyurvei pemandangan luas dari matematika sampai keluar cakrawala," tulis Dyson pada 2009. "Mereka menyukai konsep yang menyatukan pemikiran kita dan mempertemukan beragam masalah dari berbagai bagian pemandangan. Katak tinggal di lumpur di bawah dan hanya melihat bunga-bunga yang tumbuh di dekatnya. Mereka menyukai rincian dari benda tertentu dan mereka menyelesaikan satu masalah saja setiap satu waktu." Sebagai matematikawan, Dyson melabeli dirinya sebagai katak, tetapi menyatakan "Akan bodoh untuk mengeklaim bahwa burung lebih baik daripada katak karena mereka melihat lebih jauh, atau bahwa katak lebih baik daripada burung karena mereka melihat lebih detail." Dunia itu lebar sekaligus dalam, tulisnya. "Kita membutuhkan burung dan katak bekerja sama untuk menjelajahinya." Dyson khawatir bahwa sains semakin dipenuhi dengan katak, hanya dididik di pengkhususan bidang yang terbatas dan tidak mampu berubah ketika sains itu sendiri berubah. "Ini situasi yang berbahaya," katanya memperingatkan, "bagi anak muda dan juga masa depan ilmu pengetahuan."

Untungnya, bahkan di hari ini, bahkan di garis terdepan, bahkan di pengkhususan bidang yang paling berlebihan, masih memungkinkan untuk merawat Bumi di mana burung dan katak dapat tumbuh subur.

Andy Ouderkirk tertawa saat mengingat kisahnya. "Tiga pria pemilik perusahaan, dan saya akan selamanya ingat mereka mengacungkan sebuah tabung kaca dan menatap saya dan berkata, 'Inilah terobosan bagi *glitter*.'"

Glitter biasa berkilau; *glitter* ini sangat terang, seakan-akan tabung itu berisi sekoloni kunang-kunang prismatik ajaib. Ouderkirk sudah membayangkan banyak penerapan dari lapisan optik ma-

jemuknya, tetapi *glitter* itu memang kejutan yang menyenangkan. "Inilah saya, seorang kimiawan fisika," katanya kepada saya. "Biasanya saya menganggap terobosan sebagai teknologi yang sangat canggih dan maju."

Ouderkirk adalah seorang penemu di 3M yang berkantor pusat di Minnesota, salah satu dari dua puluh delapan "ilmuwan perusahaan", gelar tertinggi di antara enam ribu lima ratus saintis dan insinyur di perusahaan itu. Jalan menuju terobosan *glitter* itu dimulai ketika ia berusaha menantang sebuah konsep fisika berusia dua ratus tahun yang dikenal sebagai hukum Brewster, yang selama itu dimaknai bahwa tidak ada permukaan yang bisa memantulkan sinar dengan sempurna pada sudut mana pun.

Ouderkirk bertanya-tanya apakah dengan menumpuk lapisan tipis plastik, di mana setiap lapisan itu memiliki kualitas optik tertentu, akan dapat menciptakan sebuah lapisan yang pantulannya bisa diatur dan membelah berbagai panjang gelombang cahaya ke segala arah. Sekelompok spesialis optik yang ia tanyai meneguhkan bahwa itu tidak dapat dilakukan, dan itulah persisnya yang ingin ia dengar. "Jika mereka mengatakan, 'Itu ide yang bagus, jalani saja, itu masuk akal,' bagaimana peluang Anda untuk menjadi orang pertama yang menemukannya? Nol," katanya kepada saya.

Sebenarnya, ia yakin bahwa secara fisika itu akan dimungkinkan. Ibu Alam menawarkan bukti dari konsepnya. Kupu-kupu *morpho* biru muda sama sekali tidak memiliki pigmen biru; sayapnya berkilau biru karena lapisan tipis sisik yang membelah dan memantulkan panjang gelombang tertentu dari cahaya biru. Juga ada contoh sehari-hari. Plastik dari botol minum membelah cahaya secara berlainan tergantung dari sudut cahaya. "Semua orang mengetahui ini, tetapi tidak mengetahui tentang polimer," kata Ouderkirk. "Ini benar-benar ada di hadapan Anda setiap hari. Namun, tidak ada orang yang pernah terpikir untuk membuat lapisan optik dari fenomena ini."

Ia membentuk dan memimpin tim kecil yang tugasnya hanya

membuktikan konsep itu. Dengan ketebalan kurang dari sehelai rambut manusia, lapisan tipis itu terdiri dari ratusan lapisan polimer yang secara khusus dibuat untuk memantulkan, membelah, atau memperbolehkan panjang gelombang cahaya tertentu untuk lewat. Tidak seperti lapisan optik, atau bahkan cermin, lapisan optik majemuk dapat memantulkan cahaya dengan hampir sempurna dan terlepas dari sudut kedatangan cahaya. Ia bahkan dapat meningkatkan cahaya saat cahaya terpantul-pantul di antara lapisannya sebelum kembali ke mata pemandang. Dan oleh karenanya tampak berkelip. *Glitter* biasa tidak memantulkan cahaya dengan baik ke segala arah, tetapi *glitter* terobosan itu berkilau ke segala arah sekaligus.

Penerapan dari penemuan yang seharusnya mustahil itu menjangkau lebih jauh dari sekadar *glitter*. Pada ponsel dan laptop, lapisan optik majemuk memantulkan dan "mendaur ulang" cahaya yang normalnya akan terserap saat ia berangkat dari lampu di belakang layar ke permukaan layar, dan dengan begitu memancarkan lebih banyak cahaya pada pengguna yang melihat layar dan sangat mengurangi daya yang diperlukan untuk membuat layar tetap terang. Lapisan optik majemuk itu meningkatkan efisiensi bola lampu LED, panel surya, dan serat optik. Ia meningkatkan efisiensi energi dengan begitu dramatis dari sebuah proyektor sehingga hanya diperlukan sebuah baterai kecil untuk video yang cerah. Ketika tiga puluh tiga penambang emas dan tembaga Chile terperangkap satu kilometer di bawah tanah selama enam puluh sembilan hari pada 2010, proyektor seukuran saku dengan lapisan optik majemuk diturunkan melalui sebuah lubang sebesar 12,5 cm agar orang-orang itu dapat menerima pesan dari keluarganya, petunjuk keselamatan, dan tentu saja, pertandingan sepak bola Chile melawan Ukraina.

Lapisan optik majemuk itu relatif murah dan bisa dibuat dalam jumlah besar. Dalam keadaan tergulung, ia bisa dikelirukan sebagai kertas pembungkus kado. Ia adalah penemuan bernilai miliaran dolar yang baik bagi lingkungan. Jadi, mengapa sebelumnya tidak

ada orang yang pernah melihat botol minum plastik dengan cara seperti itu? Sebuah buku teknik untuk pakar optik yang baru-baru ini diterbitkan "mengatakan teknologi ini tidak mampu untuk berpresisi," kenang Ouderkirk. "Buku itu ditulis oleh seorang pakar optik sejati. Ia menulis satu buku untuk topik ini, jadi ia sangat mengenal pokok bahasannya. Masalahnya, ia tidak mengetahui pokok bahasan di sebelahnya."

Pada 2013, *R&D Magazine* menyebut Ouderkirk sebagai *Innovator of the Year*. Selama tiga dekade di 3M, ia mematenkan 170 penemuannya. Di sepanjang jalan, ia ditakjubkan oleh berbagai bahan penemuan, para tim penemuan, dan para pribadi penemu itu sendiri. Pada akhirnya, ia memutuskan untuk menelaah semua itu secara sistematis. Ia bergabung dengan seorang pakar analitik dan profesor di Nanyang Technological University di Singapura. Mereka menemukan bahwa itu banyak kaitannya dengan "bidang di sebelahnya".

Ouderkirk dan dua periset lain yang mulai mengkaji para penemu di 3M ingin mengetahui profil para penemu yang memberi kontribusi terbesar. Mereka menemukan penemu yang berspesialisasi tinggi yang hanya berfokus pada satu teknologi dan penemu generalis yang bukan pakar terkemuka di bidang apa pun tetapi telah bekerja di berbagai bidang ilmu.

Mereka memeriksa hak-hak paten dan—dengan akses yang dimiliki oleh Ouderkirk terhadap 3M—dampak komersial yang diciptakan oleh para penemu. Mereka menemukan bahwa para spesialis dan generalis sama-sama memberi kontribusi. Yang satu tidak selalu lebih unggul dari yang lain. (Mereka juga menemukan penemu yang tidak memiliki kedalaman maupun keluasan—mereka jarang menciptakan dampak.) Para spesialis mampu bekerja dalam waktu yang panjang pada masalah teknis yang sulit dan mengantisipasi hambatan perkembangan. Para generalis cenderung menjadi

bosan bekerja terlalu lama di satu area. Mereka menambah nilai dengan memadukan berbagai bidang, mengambil teknologi dari satu area dan menerapkannya di area yang lain. Keluasan maupun kedalaman para penemu semata tidaklah meramalkan kemungkinan temuannya untuk memenangkan Carlton Award—"Penghargaan Nobel ala 3M".

Kelompok Ouderkirk mengungkap satu lagi tipe penemu. Mereka menyebutnya "*polymath*", memiliki keluasan dengan setidaknya satu area kedalaman. Kedalaman serta keluasan seorang penemu diukur oleh riwayat kerjanya. U.S. Patent Office mengelompokkan teknologi menjadi empat ratus lima puluh kelas—peranti olahraga, konektor listrik, propeler laut, dan banyak lagi. Para spesialis cenderung memiliki hak paten di kelas yang tidak terlalu beragam. Seorang spesialis mungkin bekerja bertahun-tahun hanya untuk memahami sejenis plastik yang terdiri dari sekelompok kecil unsur kimia tertentu. Sementara itu, para generalis mungkin memulai dengan kertas rekat, yang kemudian menjurus ke proyek perekat bedah, yang merentang ke gagasan untuk kedokteran hewan. Hak paten mereka merentang di banyak kelas. Para *polymath* memiliki kedalaman di satu area inti—jadi mereka memiliki banyak hak paten di area inti itu—tetapi mereka tidak sedalam para spesialis. Mereka juga memiliki keluasan, *bahkan lebih* daripada para generalis, karena telah bekerja di belasan kelas teknologi. Berulang kali mereka menggunakan kemahiran yang telah didapatkannya di satu bidang dan menerapkannya ke bidang yang baru, yang artinya mereka terus mempelajari teknologi baru. Selama perjalanan kariernya, keluasan para *polymath* meningkat tajam saat mereka belajar tentang "bidang di sebelahnya", di saat mereka sebenarnya tenggelam di suatu kedalaman. Merekalah yang memiliki kecenderungan terbesar untuk sukses di perusahaan dan memenangkan Carlton Award. Di sebuah perusahaan yang misinya adalah terus mendorong garis depan teknologi, pengkhususan bidang teknis itu sendiri bukanlah bahan utama dari kesuksesan.

Ouderkirk adalah seorang *polymath*. Ia telah berminat pada bidang kimia sejak guru kelas dua SD-nya menunjukkan sebuah model dari ledakan gunung berapi. Ia sudah mengambil jalan berliku dari sebuah peguruan tinggi komunitas di Illinois Utara ke ijazah doktoral bidang kimia, untuk kemudian bekerja di luar bidang kimia di sebuah laboratorium laser ketika ia tiba di 3M. "Saya diajari untuk menjadi pakar dunia dalam kecepatan pemindahan energi getaran di antara [tahap-tahap gas] molekul," katanya. "Yang tidak pernah orang katakan kepada saya di sepanjang karier saya adalah bahwa bukan saja itu baik, tetapi juga ada baiknya sedikit mengetahui tentang segala sesuatu yang lain." Hak-hak paten Ouderkirk berkisar dari optik, pengerjaan logam, sampai kedokteran gigi. Kantor hak paten sering mendaftarkan penemuan perorangan yang ia kerjakan di beberapa kategori sekaligus, karena orang-orang ini menggabungkan berbagai bidang teknologi.

Ia menjadi begitu berminat mengelompokkan para penemu sehingga ia menulis sebuah algoritma komputer untuk menganalisis sepuluh juta paten dari abad yang lampau dan belajar mengenali serta mengelompokkan berbagai jenis penemu. Kontribusi para spesialis meroket di sekitar dan sesudah Perang Dunia II, tetapi akhir-akhir ini telah menurun. "Secara spesifik, para spesialis memuncak pada sekitar 1985," kata Ouderkirk kepada saya. "Lalu menurun dramatis, mendatar di sekitar 2007, dan data yang terbaru menunjukkan penurunan lagi, yang sedang saya coba pahami." Ia berhati-hati untuk mengatakan bahwa ia tidak bisa menunjukkan penyebab dari tren yang ada kini. Hipotesisnya adalah kini organisasi tidak lagi membutuhkan terlalu banyak spesialis. "Ketika informasi menjadi lebih tersedia secara luas, kebutuhan akan seseorang untuk khusus memajukan suatu bidang menjadi tidak terlalu penting lagi karena itu sudah disediakan oleh setiap orang," katanya. Ia menunjukkan bahwa teknologi komunikasi telah membatasi jumlah hiperspesialis yang diperlukan untuk mengerjakan masalah terbatas tertentu, karena terobosan mereka bisa dikomunikasikan dengan cepat dan

luas kepada orang lain—kepada para Yokoi dunia—yang mengerjakan aplikasi cerdas.

Jelas bahwa teknologi komunikasi juga telah melakukan itu di area lain. Misalnya, di awal abad kedua puluh, negara bagian Iowa memiliki lebih dari seribu rumah opera, satu dari setiap seribu lima ratus penduduk. Ada teater, bukan hanya arena musik, dan mereka menyediakan pekerjaan penuh waktu bagi ratusan grup pemanggung setempat dan ribuan aktor. Sekarang, kita maju cepat ke Netflix dan Hulu. Sekarang, setiap pelanggan bisa menonton Meryl Streep kapan pun ia menghendakinya dan rumah-rumah opera Iowa telah punah. Punah pula ribuan aktor yang bekerja penuh waktu di Iowa. Data Ouderkirk menunjukkan bahwa telah terjadi sesuatu yang analogis bagi para spesialis yang berfokus terbatas di bidang-bidang teknis. Mereka masih tetap penting, hanya saja pekerjaan mereka sudah bisa diakses secara luas sehingga tidak lagi diperlukan spesialis dalam jumlah besar.

Ini adalah perpanjangan dari tren yang telah diramalkan oleh Don Swanson dan sangat meningkatkan peluang untuk para penghubung dan penemu *polymathik* seperti Yokoi. "Ketika informasi telah tersebar luas," kata Ouderkirk kepada saya, "menjadi jauh lebih mudah bagi seorang generalis yang lebih luas daripada seorang spesialis yang lebih sempit untuk mulai menggabungkan segalanya dengan cara yang baru."

Pengkhususan bidang sudah jelas: terus berjalan lurus. Keluasan lebih sulit untuk tumbuh. Suatu cabang dari PricewaterhouseCoopers yang mempelajari inovasi teknologi selama satu dekade telah menemukan bahwa tidak ada relasi statistik yang bermakna antara pengeluaran dari bagian Riset dan Pengembangan dengan kinerja perusahaan.* (Sisakan 10% terbawah untuk perusahaan yang boros dengan kinerja lebih buruk daripada perusahaan sebayanya.) Me-

* Termasuk dalam "kinerja" adalah pertumbuhan penjualan, laba dari inovasi, pengembalian kepada pemegang saham, dan kapitalisasi pasar.

nuai benih generalis dan *polymath* yang bisa memadukan berbagai pengetahuan akan membutuhkan lebih dari sekadar uang. Usaha ini membutuhkan peluang.

Jayshree Seth naik menjadi ilmuwan perusahaan persis karena ia diperbolehkan untuk mondar-mandir di berbagai bidang teknologi. Ia bukan orang yang senang tinggal di satu jalur teknik. Seth tidak antusias dengan riset yang ia lakukan untuk ijazah masternya, sehingga ia mengacuhkan teguran dan beralih-alih laboratorium di Clarkson University untuk ijazah doktoral teknik kimianya. "Orang-orang berkata, 'Ini akan membutuhkan waktu yang terlalu lama karena kau tidak punya pengetahuan dasar di area ini dan kau akan berada di belakang orang-orang yang telah memiliki ijazah masternya di area ini," katanya mengisahkan kepada saya. Untuk jelasnya: ia dinasihati untuk bertahan di bidang yang tidak ia sukai karena ia sudah kepalang memulai, meskipun ia belum berjalan terlalu jauh. Ini adalah wujud lain dari kepercayaan yang keliru tentang biaya yang sudah tenggelam.

Ketika memasuki dunia profesional bersama 3M, Seth berani beralih fokus lagi, kali ini menjauh dari riset doktoralnya untuk alasan pribadi: suaminya akan datang ke 3M dari laboratorium Clarkson yang sama, dan ia tidak ingin menduduki tempat yang mungkin akan dilamar oleh suaminya. Jadi, ia menyabang ke luar. Ternyata itu berhasil: Seth memiliki lebih dari lima puluh hak paten. Ia membantu menciptakan perekat baru yang peka terhadap tekanan untuk pita perekat yang bisa meregang dan pita perekat yang bisa digunakan ulang serta popok yang bertahan di tempatnya untuk bayi yang sering bergerak-gerak. Ia sama sekali tidak pernah mempelajari ilmu bahan, dan mengeklaim ia "bukan ilmuwan yang hebat." "Maksud saya," katanya, "secara fundamental saya tidak kompeten untuk melakukan apa yang saya lakukan." Ia menjelaskan pendekatannya terhadap inovasi nyaris seperti jurnalisme penyelidikan, hanya saja versi pelaporannya adalah pergi pintu ke pintu di antara rekan sebayanya. Ia adalah "orang berbentuk abjad

T," katanya, orang yang memiliki keluasan, dibandingkan orang "berbentuk abjad I," yang hanya pergi ke dalam, seperti analogi dari burung dan kataknya Dyson. "Orang T seperti saya bisa dengan senang hati pergi ke orang I bersama banyak pertanyaan untuk menciptakan batang tiang untuk T," katanya kepada saya. "Saya cenderung menyerang masalah dengan membangun narasi. Saya mencaritahu pertanyaan mendasar yang perlu diajukan, jika Anda mengajukan pertanyaan yang sama seperti yang diajukan oleh orang yang benar-benar mengenal bidangnya, Anda masih akan tetap berada di tempat Anda akan berada jika Anda memiliki semua pengetahuan itu. Pendekatan saya adalah bangunan mosaik. Saya hanya terus memasang ubin-ubin itu, satu per satu. Bayangkan saya berada di suatu jejaring kerja di mana saya tidak mempunyai kemampuan untuk mengakses semua orang ini. Itu tidak akan bekerja dengan baik."

Selama delapan tahun pertamanya di 3M, Ouderkirk bekerja dengan lebih dari seratus tim yang berlainan. Tidak ada orang yang menyerahkan proyek penting kepadanya, seperti lapisan optik majemuk, yang potensi dampaknya merentang ke begitu banyak teknologi; keluasan yang dimilikinya telah membantunya untuk mengenali proyek-proyek penting itu. "Jika kita mengerjakan masalah yang telah dirumuskan dan dipahami dengan baik, maka para spesialis akan bekerja dengan sangat baik," katanya kepada saya. "Ketika ambiguitas dan ketidakpastian meningkat—yang merupakan norma pada masalah-masalah sistem—maka keluasan menjadi semakin penting."

Riset yang dilakukan oleh para profesor bisnis Spanyol, Eduardo Melero dan Neus Palomeras, mendukung gagasan Ouderkirk. Mereka menganalisis hak paten teknologi dalam rentang waktu lima belas tahun dari 32.000 tim di 880 organisasi, melacak setiap individu penemu saat orang itu beralih-alih tim, lalu melacak dampak dari setiap penemuan. Melero dan Palomeras mengukur ketidakpastian di setiap bidang teknologi: area yang memiliki ketidakpastian tinggi

mempunyai banyak hak paten yang kelak terbukti tidak bermanfaat dan beberapa terobosan yang sukses; area yang memiliki ketidakpastian rendah ditandai oleh kemajuan linier dengan langkah-langkah lanjutan yang lebih nyata serta lebih banyak paten yang cukup bermanfaat. Di area yang memiliki ketidakpastian tinggi—di mana pertanyaan-pertanyaan yang berpotensi menghasilkan buah tidak terlalu kentara—tim-tim yang terdiri dari orang-orang yang telah bekerja di berbagai bidang teknologi memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk membuat terobosan besar. Semakin tinggi ketidakpastian, semakin penting untuk memiliki anggota tim yang tinggi dan luas. Seperti pada kelompok biologi molekuler yang dikaji oleh Kevin Dunbar yang menggunakan pemikiran analogis untuk menyelesaikan masalah, ketika proses menjadi tidak pasti, keluasan bisa menciptakan perbedaan.

Seperti Melero dan Palomeras, profesor bisnis Dartmouth, Alva Taylor, dan profesor Norwegian School of Management, Henrich Greve, ingin memeriksa dampak kreatif dari keluasan keterampilan perorangan di bidang yang tidak terlalu teknis: buku komik.

Industri buku komik telah mengalami era ledakan kreatif yang telah dirumuskan dengan baik. Mulai dari pertengahan 1950-an sampai 1970-an, para pencipta komik setuju untuk menyensor diri setelah psikiater Fredric Wertham meyakinkan Kongres bahwa komik menyebabkan anak-anak menyimpang. (Wertham memanipulasi atau mengarang beberapa aspek dari risetnya.) Pada 1971, Marvel Comics mengubah semua itu. U.S. Department of Health, Education, and Welfare meminta editor utama Marvel, Stan Lee, untuk membuat kisah yang mendidik pembaca tentang penyalahgunaan obat-obatan. Lee menulis narasi Spider-Man, di mana sahabat Peter Parker menggunakan pil dalam dosis yang berlebihan. The Comics Code Authority—lembaga sensor industri komik—tidak setuju, tetapi Marvel tetap menerbitkannya. Buku itu diterima dengan sangat

baik sehingga standar penyensoran segera dilonggarkan, dan keran air kreatif terbuka lebar. Para pencipta komik membuat para pahlawan yang memiliki masalah emosional rumit; *Maus* menjadi novel bergambar pertama yang memenangkan Pulitzer Prize; *Love and Rockets* yang sangat modern menciptakan tokoh dari beragam etnik yang menua bersama pembacanya.

Taylor dan Greve melacak karier para pencipta perorangan dan menganalisis nilai komersial pada ribuan buku komik dari 234 penerbit sejak saat perubahan itu. Setiap komik membutuhkan pemaduan narasi, dialog, seni, dan desain tata letak oleh satu atau banyak pencipta. Dua periset ini meramalkan apa yang akan meningkatkan nilai rata-rata komik yang dihasilkan oleh pencipta perorangan atau tim, dan apa yang akan meningkatkan varian nilai—yaitu peluang bahwa seorang pencipta akan membuat buku komik yang gagal besar dibandingkan karyanya yang biasa, atau sukses besar melebihi normanya.

Taylor dan Greve menduga akan mendapatkan kurva pembelajaran produksi industrial yang biasa: pencipta belajar melalui pengulangan, jadi pencipta membuat lebih banyak komik dalam suatu rentang waktu yang secara rata-rata akan semakin baik. Mereka salah. Selain itu, seperti yang telah ditunjukkan pada produksi industrial, mereka menduga bahwa semakin banyak sumber daya yang dimiliki oleh penerbit, akan semakin baik produk rata-rata para penciptanya. Mereka salah lagi. Dan mereka membuat ramalan yang sangat intuitif bahwa ketika tahun pengalaman pencipta dalam industri meningkat, mereka akan membuat komik yang rata-rata lebih baik. Salah lagi.

Beban kerja yang berulang berdampak negatif pada kinerja. Tahun-tahun pengalaman sama sekali tidak berdampak. Jika bukan pengalaman, pengulangan, atau sumber daya, apa yang membantu pencipta untuk membuat komik yang rata-rata lebih baik dan berinovasi?

Jawabannya (selain tidak bekerja terlalu keras) adalah berapa

banyak dari dua puluh dua genre yang telah dikerjakan oleh seorang pencipta, mulai dari komedi dan kriminal, sampai fantasi, dewasa, nonfiksi, dan fiksi ilmiah. Panjangnya pengalaman tidak menciptakan perbedaan pada para pencipta, keluasan pengalamanlah yang menciptakan perbedaan itu. Pengalaman di berbagai genre menjadikan pencipta lebih baik secara rata-rata *dan* lebih mungkin untuk berinovasi.

Para pencipta perorangan memulai dengan inovasi yang lebih rendah dibandingkan tim—mereka memiliki kemungkinan yang lebih kecil untuk menghasilkan komik yang sukses besar—tetapi ketika pengalaman mereka meluas, mereka malah melampaui kemampuan inovasi dari tim: seorang pencipta perorangan yang telah bekerja di empat atau lebih genre lebih inovatif dibandingkan tim yang anggotanya memiliki pengalaman kolektif di jumlah genre yang sama. Taylor dan Greve menunjukkan bahwa "perorangan mampu melakukan pemaduan pengalaman yang beragam secara lebih kreatif dibandingkan tim."

Mereka memberi judul kajiannya *Superman or the Fantastic Four?* "Ketika mencari inovasi di industri berbasis pengetahuan," tulis mereka, "sebaiknya temukan satu individu 'super'. Jika tidak tersedia seseorang dengan kombinasi yang diperlukan dari pengetahuan yang beragam, harus dibentuk sebuah tim yang 'fantastik'." Pengalaman yang beragam akan memiliki dampak besar jika diciptakan oleh banyak orang dalam satu tim, tetapi berdampak lebih besar lagi ketika terkandung di dalam satu orang. Penemuan itu langsung mengingatkan saya pada pencipta komik favorit saya sendiri. Pencipta komik dan film animasi Jepang, Hayao Miyazaki, mungkin paling dikenal untuk kisah seperti mimpi, *Spirited Away*, yang melampaui *Titanic* sebagai film berpenghasilan kasar tertinggi di Jepang, tetapi karier komik dan animasinya sebelum itu telah menyentuh semua genre. Karyanya berkisar dari fantasi murni, dongeng peri, fiksi sejarah, fiksi ilmiah, komedi, esai sejarah bergambar, petualangan, dan lebih banyak lagi. Novelis, pe-

nulis naskah drama, dan pengarang komik Neil Gaiman memiliki keragaman luas yang serupa, mulai dari jurnalisme dan esai seni sampai fiksi yang terdiri dari kisah yang bisa dibaca oleh pembaca belia maupun analisis identitas yang rumit secara psikologis yang menakjubkan pembaca dewasa arus utama. Jordan Peele bukanlah seorang pencipta komik, tetapi penulis dan direktur pertama dari sukses yang mengejutkan dan luar biasa unik, *Get Out,* juga mengatakan hal yang serupa ketika mengaitkan kemampuan penulisan komedinya dengan keterampilannya menentukan waktu yang tepat untuk mengungkap informasi di film horror. "Dalam pengembangan produk," kata Taylor dan Greve menyimpulkan, "pengkhususan bidang bisa sangat mahal."

Di lingkungan yang ramah, di mana tujuannya adalah mencipta ulang kinerja terdahulu dengan sesedikit mungkin penyimpangan, tim-tim spesialis bekerja dengan sangat hebat. Tim-tim bedah akan bekerja lebih cepat dengan lebih sedikit kesalahan saat mereka mengulang prosedur tertentu, dan dokter bedah spesialis mendapat hasil yang lebih baik bahkan hanya dengan pengulangan saja. Jika Anda perlu melakukan pembedahan, Anda akan menginginkan dokter yang berspesialisasi di prosedur itu dan telah banyak kali melakukannya, lebih baik lagi dengan tim yang sama, persis seperti Anda akan menginginkan Tiger Wood turun tangan ketika hidup Anda dipertaruhkan pada pukulan bola golf sejauh tiga meter. Mereka pernah melakukannya, berulang kali, dan sekarang harus mengulang sebuah proses yang sudah sangat dimengerti dengan baik yang pernah mereka laksanakan dengan sukses. Begitu pula dengan kru penerbangan. Tim yang telah memiliki pengalaman bekerja bersama akan sangat efisien dalam membagi tugas yang sudah dipahami dengan baik untuk memastikan penerbangan yang mulus. Ketika National Transportation Safety Board menganalisis pangkalan data dari kecelakaan besar penerbangan, mereka menemukan bahwa 73% terjadi pada penerbangan di mana saat itu krunya baru pertama kali bekerja sama. Seperti pembedahan dan pukulan bola golf,

penerbangan yang terbaik adalah di mana segala sesuatu berjalan sesuai dengan rutinitas yang telah lama dipahami dan dioptimalkan oleh setiap orang yang terlibat, tanpa ada kejutan.

Ketika jalan tidak jelas—misalnya permainan tenis penghuni Mars—rutinitas yang sama tidak akan memadai lagi. "Beberapa alat bekerja dengan sangat bagus dalam situasi tertentu, memajukan teknologi secara kecil-kecilan tetapi penting, dan alat-alat itu telah dikenal serta dipraktikkan dengan baik," kata Andy Ouderkirk kepada saya. "Alat-alat yang sama itu juga akan menjauhkan Anda dari inovasi terobosan. Malah sebenarnya, mereka akan mengubah inovasi terobosan menjadi inovasi bertahap."

Profesor University of Utah, Abbie Griffin, memilih untuk mempelajari para Thomas Edison modern—"para penemu berantai", istilah yang ia tetapkan bersama dua rekannya. Penemuan mereka tentang orang-orang ini seharusnya sudah Anda kenal saat ini: "toleransi yang tinggi untuk ambiguitas"; "para pemikir sistem"; "pengetahuan teknis tambahan dari bidang perifer"; "memberi kegunaan baru pada apa yang sudah tersedia"; "pandai menggunakan bidang analogi untuk menemukan masukan bagi proses penemuan"; "kemampuan untuk menghubungkan potongan informasi yang saling berjauhan dengan cara yang baru"; "menyintesis informasi dari banyak sumber"; "mereka tampak sering menyapa ide"; "keragaman minat yang luas"; "mereka lebih banyak (dan lebih luas) membaca dibandingkan teknolog lain dan memiliki minat luar yang lebih luas"; "perlu belajar di berbagai bidang"; "penemu berantai juga perlu berkomunikasi dengan beragam orang yang memiliki kemahiran teknis di luar bidangnya sendiri." Anda paham, bukan?

Charles Darwin "bisa dianggap sebagai orang luar profesional," kata periset kreativitas Dean Keith Simonton. Darwin bukan akademisi universitas, juga bukan ilmuwan profesional di suatu lembaga, tetapi ia berjejaring dengan komunitas ilmiah. Untuk

beberapa waktu, ia berfokus terbatas pada makhluk laut teritip, tetapi menjadi begitu bosan dengannya sehingga ia menyatakan, "Saya tidak bersedia menuang lebih banyak waktu untuk subjek ini," pada pendahuluan tulisannya tentang teritip. Seperti para generalis dan *polymath* 3M, ia menjadi bosan berkutat di satu bidang dan mengakhirinya. Untuk karyanya yang mengguncang paradigma, jejaring kerjanya yang luas sangatlah penting. Howard Gruber—seorang psikolog yang mempelajari jurnal Darwin—menulis bahwa secara pribadi, Darwin hanya melakukan eksperimen "yang cocok untuk serangan eksperimental oleh seorang ilmuwan generalis seperti dirinya." Untuk hal lain, ia mengandalkan surat-menyurat, seperti Jayshree Seth. Darwin selalu bermain dengan berbagai proyek, apa yang Gruber sebut sebagai "jejaring usahanya". Ia memiliki sedikitnya 231 teman pena ilmiah yang bisa secara kasar dikelompokkan menjadi tiga belas tema yang luas berdasarkan minatnya, mulai dari cacing sampai seleksi seksual manusia. Ia membanjiri mereka dengan pertanyaan. Ia menggunting surat mereka untuk merekat potongan-potongan informasi di buku catatannya sendiri, di mana "ide saling tumpang-tindih dengan cara yang kelihatannya kacau balau." Ketika buku catatannya menjadi terlalu kacau, ia merobek halamannya dan mengarsipkannya menurut tema penyelidikan. Hanya untuk eksperimennya sendiri dengan benih, ia berkoresponden dengan geolog, botanis, ornitolog, dan konkolog di Prancis, Afrika Selatan, Amerika Serikat, Azores, Jamaika, dan Norwegia, belum lagi sejumlah pakar alam amatir dan beberapa pekebun yang kebetulan ia kenal. Seperti yang ditulis oleh Gruber, aktivitas seorang pencipta "dari luar bisa tampak seperti gado-gado yang membingungkan," tetapi ia bisa "memetakan" setiap aktivitas ke salah satu upaya yang sedang berlangsung. "Dalam beberapa hal," Gruber menyimpulkan, "karya terbesar Charles Darwin mewakili interpretasi kompilasi fakta yang awalnya ditemukan oleh orang lain." Ia adalah seorang pemadu informasi yang berpikiran lateral.

Menjelang akhir dari buku mereka, *Serial Innovators,* Abbie Griffin dan para rekan pengarangnya meninggalkan penyebaran data dan pengamatan mereka serta menawarkan nasihat kepada para manajer sumber daya manusia. Mereka khawatir bahwa kebijakan Sumber Daya Manusia di perusahaan yang sudah mapan memiliki lowongan kepegawaian untuk pegawai yang berspesialisasi tinggi dan persyaratannya telah dirumuskan dengan baik sehingga para calon penemu berantai akan tampak seperti "sumbat bundar untuk lubang persegi" dan tersaring keluar. Keluasan minat mereka akan tidak cocok dengan persyaratan kepegawaian. Mereka adalah "orang-orang berbentuk π" yang mencebur keluar-masuk berbagai pengkhususan bidang. "Carilah orang yang minatnya luas," nasihat mereka. "Carilah orang yang memiliki banyak kegemaran dan pekerjaan sambilan .... Ketika calon menjelaskan pekerjaannya, apakah ia cenderung berfokus pada batas dan tepi dari sistem yang lain?" Seorang penemu berantai menjelaskan jejaring kerja upayanya sebagai "segerombol pelampung yang mengapung di air tanpa terikat oleh tali pikiran." Pencipta musikal *Hamilton,* Lin-Manuel Miranda, melukiskan gagasan yang sama dengan anggun: "Saat ini juga ada banyak aplikasi yang sedang terbuka di otak saya."

Tim riset Griffin memperhatikan bahwa penemu berantai berulang kali mengeklaim bahwa mereka sendiri akan tersaring keluar oleh praktik penerimaan pegawai yang kini ada di perusahaannya. "Suatu pendekatan sesuai prosedur kepada penerimaan pegawai, meskipun membuahkan hasil yang bisa diulang, sebenarnya mengurangi jumlah calon yang berpotensi tinggi [untuk inovasi]," tulis mereka. Ketika saya pertama kali bicara dengannya, Andy Ouderkirk sedang mengembangkan sebuah kelas di University of Minnesota tentang cara mengenali calon inovator. "Kami pikir banyak dari mereka yang dibuat frustrasi oleh sekolah," katanya, "karena secara alami, mereka sangat luas."

Dalam menghadapi lingkungan yang tidak pasti dan masalah yang culas, keluasan pengalaman sangatlah berharga. Dalam meng-

hadapi masalah yang ramah, pengkhususan bidang yang sempit bisa sangat efisien. Masalahnya, kita sering mengharapkan hiperspesialis, beserta kemahirannya di suatu area yang sempit, untuk dengan ajaib mampu meluaskan keterampilannya untuk masalah-masalah yang culas. Hasilnya bisa menjadi bencana besar.

BAB 10

Dikelabui oleh Kepakaran

PERTARUHAN SEDANG BERLANGSUNG, dan ini adalah pertaruhan tentang nasib manusia.

Di satu sisi adalah biolog Stanford, Paul Ehrlich. Pada kesaksian di depan Kongres, di *The Tonight Show* (dua puluh kali), dan di buku larisnya yang terbit pada 1968, *The Population Bomb,* Ehrlich bersiteguh bahwa sudah terlambat untuk mencegah kiamat dari populasi yang berlebihan. Di sudut kiri bawah sampul bukunya terdapat gambar sumbu bom yang terbakar dengan lambat, mengingatkan bahwa "bom waktu terus berdetak". Kelangkaan sumber daya akan membuat ratusan juta orang mati kelaparan dalam satu dekade, kata Ehrlich memperingatkan. *New Republic* menyiagakan dunia bahwa populasi global telah melampaui cadangan pangan. "Kelaparan telah dimulai," katanya mengumumkan. Ini adalah matematika yang keras dan kejam: populasi manusia bertumbuh pesat, pasokan makanan tidak bertumbuh. Ehrlich adalah seorang spesialis kupu-kupu, dan salah satu yang terkemuka. Ia sangat tahu bahwa alam tidak mengatur populasi hewan dengan cermat. Populasi meledak, melampaui sumber daya yang tersedia, dan runtuh. "Bentuk kurva pertumbuhan populasi sudah dikenal oleh para biolog," tulisnya.

Ehrlich memainkan skenario hipotetis di bukunya, mewakili "jenis bencana yang *akan* terjadi". Dalam salah satu skenario, selama 1970-an, Amerika Serikat dan China akan mulai saling menyalahkan atas kelaparan massal dan berakhir dengan perang nuklir. Itu skenario yang *biasa*. Pada skenario yang *buruk*, kelaparan mewabahi Bumi. Kota-kota mengalami kekacauan dan hukum jalanan berlaku. Para penasihat lingkungan presiden Amerika menganjurkan kebijakan satu anak dan sterilisasi pada orang yang memiliki nilai kecerdasan rendah. Rusia, China, dan Amerika Serikat terseret ke perang nuklir, yang membuat dua pertiga Bumi bagian utara tak bisa dihuni. Kantong-kantong kemasyarakatan bertahan di Belahan Selatan, tetapi kehancuran lingkungan akan segera memusnahkan ras manusia. Di skenario yang "menggembirakan", pengendalian penduduk dimulai. Paus mengumumkan bahwa orang Katolik harus mempunyai lebih sedikit anak dan mengizinkan pembatasan kelahiran. Kelaparan menyebar dan negara-negara terguncang. Pada pertengahan 1980-an, gelombang besar kematian berakhir dan tanah pertanian bisa mulai direhabilitasi. Skenario yang menggembirakan hanya meramalkan sekitar setengah miliar kematian karena kelaparan. "Saya menantang Anda untuk menciptakan skenario yang lebih optimis," tulis Ehrlich, sambil menambahkan bahwa ia tidak akan menerima skenario yang melibatkan makhluk asing dermawan yang mengirim paket-paket kepedulian sosial.

Ekonom Julian Simon menerima tantangan Ehrlich untuk menciptakan gambar yang lebih optimis. Akhir 1960-an adalah puncak "revolusi hijau". Teknologi dari sektor lain—teknik pengendalian air, hibridisasi benih, strategi pengelolaan—masuk ke pertanian, dan panen global meningkat. Simon melihat bahwa inovasilah yang akan dapat mengubah. Sebenarnya, semakin banyak manusia adalah jalan keluar, karena itu berarti semakin banyak ide yang bagus serta terobosan teknologi. Jadi, Simon mengajukan taruhan. Ehrlich boleh memilih lima jenis logam yang ia perkirakan akan menjadi lebih mahal ketika sumber daya habis dan kekacauan terjadi selama

dekade berikutnya. Taruhannya adalah Rp 14 juta untuk kelima logam itu. Jika, dalam sepuluh tahun, harga logam itu turun, Ehrlich harus membayar perbedaan harga itu kepada Simon. Jika harga logam itu naik, Simon-lah yang akan membayar kepada Ehrlich. Potensi kerugian Erhlich hanya sebatas Rp 14 juta, sedangkan risiko Simon tidak ada batasnya. Taruhan itu diresmikan pada 1980.

Pada Oktober 1990, Simon menemukan cek senilai Rp 8 juta di kotak suratnya. Ehrlich kalah. Harga dari setiap logam itu turun. Perubahan teknologi bukan hanya mendukung pertumbuhan populasi, tetapi pasokan makanan per orang juga meningkat dari tahun ke tahun, di setiap benua. Perbandingan orang yang kurang gizi memang terlalu tinggi sampai nol, tetapi tidak pernah selambat sekarang. Pada 1960-an, setiap tahunnya 50 dari setiap 100.000 penduduk global meninggal karena kelaparan; sekarang angka itu adalah 0,5. Pada 1960-an, bahkan tanpa bantuan dari Paus, angka pertumbuhan populasi dunia mulai menurun dan masih terus berlanjut sampai sekarang. Ketika angka kematian anak menurun dan pendidikan (terutama bagi perempuan) serta perkembangan meningkat, angka kematian berkurang. Kemanusiaan akan membutuhkan lebih banyak inovasi ketika populasi absolut dunia terus bertumbuh, tetapi *angka* pertumbuhan itu sedang menurun, dengan cepat. Perserikatan Bangsa-Bangsa memproyeksikan bahwa di akhir abad, populasi manusia akan mendekati puncak—angka pertumbuhan mendekati nol—atau bahkan bisa menurun.

Ramalan kelaparan Ehrlich adalah ramalan yang buruk. Ia membuat ramalan itu saat perkembangan teknologi mengubah nasib dunia secara dramatis *dan* tepat sebelum angka pertumbuhan populasi mulai menurun. Meskipun begitu, pada tahun yang sama ketika ia mengakui kekalahan taruhannya, Ehrlich malah melipatgandakan ramalannya di buku lain. Memang jadwal waktunya agak keliru, tetapi "sekarang bom populasi telah dipicu". Meski ramalannya satu per satu terbukti keliru, Ehrlich mendapat banyak pengikut dan terus menerima berbagai penghargaan yang bergengsi. Simon

menjadi pemegang bendera bagi akademisi yang merasa bahwa Ehrlich telah mengacuhkan prinsip ekonomi dan bagi setiap orang yang marah pada arus ramalan muram yang tidak terwujud. Kubu Simon mengatakan bahwa regulasi berlebihan yang dianjurkan oleh Ehrlich justru akan memadamkan inovasi yang telah menyelamatkan manusia dari bencana. Kedua pria itu pencerah di ranahnya masing-masing. Dan keduanya keliru.

Ketika di kemudian waktu para ekonom memeriksa harga logam untuk setiap periode waktu sepuluh tahun dari 1900 sampai 2008, selama mana populasi dunia meningkat empat kali lipat, mereka melihat bahwa Ehrlich akan memenangkan taruhan di 63% waktu. Kuncinya: harga komoditas adalah perwakilan yang buruk bagi efek populasi, terutama dalam satu dekade saja. Variabel yang oleh dua pria itu diyakini akan mendukung pandangannya sebenarnya tidak ada kaitannya dengan pandangannya itu. Harga komoditas naik dan turun bersama siklus ekonomi makro, dan suatu resesi yang terjadi selama masa taruhan telah menjatuhkan harga. Ehrlich dan Simon bisa saja melempar koin dan keduanya menyatakan kemenangan masing-masing.

Kedua pria itu bertahan. Masing-masing menyatakan kepercayaannya pada ilmu pengetahuan dan keunggulan yang tak bisa diperdebatkan dari beberapa fakta. Dan keduanya terus melalaikan nilai dari gagasan lawannya. Ehrlich salah tentang populasi (dan kiamat), tetapi benar dalam soal kerusakan lingkungan. Simon benar tentang pengaruh kecerdasan manusia pada pasokan pangan dan energi, tetapi salah dalam mengeklaim bahwa peningkatkan kualitas udara dan air mendukung ramalannya. Ironisnya, peningkatan kualitas udara dan air itu tidak muncul dari prakarsa dan pasar teknologi, tetapi didorong oleh regulasi yang ditekankan oleh Ehrlich dan orang lainnya.

Idealnya, mitra latihan intelektual "saling mengasah argumen sehingga argumen itu semakin tajam dan baik," tulis sejarawan Yale, Paul Sabin. "Kebalikannya terjadi pada Paul Ehrlich dan

Julian Simon." Ketika masing-masing mengumpulkan informasi untuk pandangannya sendiri, masing-masing menjadi semakin dogmatik, dan ketidakmemadaian model dunia mereka menjadi semakin mencolok.

Ada sejenis pemikir tertentu, pemikir yang menjadi semakin terpaku di satu gagasan besarnya sendiri tentang cara kerja dunia bahkan di hadapan fakta yang bertentangan, yang ramalannya menjadi lebih buruk, bukan lebih baik, saat mereka mengumpulkan informasi untuk gagasannya tentang dunia. Mereka muncul di televisi dan di siaran berita setiap hari, membuat ramalan yang semakin buruk sambil mengeklaim kemenangan, dan mereka ini telah dikaji dengan serius.

Hal ini dimulai di pertemuan Komite National Research Council untuk relasi Amerika-Soviet pada 1984. Philip Tetlock—psikolog dan ilmuwan politik yang baru dilibatkan, berusia tiga puluh tahun—adalah anggota komite yang paling muda. Ia mendengarkan dengan cermat saat anggota komite mendiskusikan niat Soviet dan kebijakan Amerika. Para pakar yang ternama menyampaikan ramalannya dengan percaya diri dan penuh wewenang, dan Tetlock dikejutkan oleh kenyataan bahwa sering kali mereka benar-benar saling bertentangan dan tidak mau menerima argumen lawan.

Tetlock memutuskan untuk menguji ramalan para pakar itu. Di tengah Perang Dingin, ia memulai sebuah kajian untuk mengumpulkan ramalan jangka pendek dan jangka panjang dari 284 pakar yang berpendidikan tinggi (sebagian besar memiliki gelar doktor) yang rata-rata memiliki lebih dari dua belas tahun pengalaman di bidang khususnya. Pertanyaan kajiannya meliput politik dan ekonomi internasional, dan untuk memastikan ramalannya konkret, para pakar harus memberi probabilitas spesifik dari kejadian di masa depan. Tetlock harus mengumpulkan cukup banyak ramalan dalam cukup banyak waktu agar ia bisa memisahkan peran keberuntungan

dan kemalangan dari keterampilan yang sesungguhnya. Proyek ini berlangsung selama dua puluh tahun dan terdiri dari 82.361 perkiraan kemungkinan masa depan. Hasilnya menunjukkan sebuah dunia yang "sangat culas".

Rata-rata pakar adalah peramal yang buruk. Bidang khususnya, bertahun-tahun pengalamannya, ijazah akademisnya, dan bahkan akses kepada informasi yang telah dikelompokkan (yang dimiliki oleh beberapa di antaranya) tidaklah menciptakan perbedaan. Mereka buruk dalam peramalan jangka pendek, peramalan jangka panjang, dan peramalan di setiap bidang. Ketika para pakar menyatakan bahwa beberapa peristiwa masa depan adalah mustahil atau nyaris mustahil, peristiwa itu malah terjadi di 15% waktu. Ketika mereka menyatakan hal yang pasti, hal itu malah gagal mewujud di seperempat waktu. Sebuah peribahasa Denmark yang berbunyi "Sulit untuk meramalkan, terutama tentang masa depan" ternyata benar. Para amatir yang ditandingkan dengan para pakar juga tidak lebih pintar meramal, tetapi setidaknya mereka tidak cenderung mengatakan peristiwa masa depan sebagai hal yang mustahil atau pasti, sehingga lebih sedikit kesalahan yang bisa ditertawakan yang perlu mereka akui—itu pun jika para pakar percaya pada apa yang disebut pengakuan.

Banyak pakar yang tidak pernah mengakui kesalahan sistematis dalam penilaian mereka, bahkan di hadapan hasil mereka yang salah. Ketika mereka sukses, itu sepenuhnya berkat kepandaian mereka—kemahiran mereka jelas memampukan mereka untuk mengetahui cara kerja dunia. Ketika mereka sangat keliru, itu hanya sedikit meleset; mereka jelas memahami situasi, kata mereka, dan jika ada satu hal kecil saja yang melenceng, mereka akan mengetahuinya. Atau seperti Ehrlich, pemahaman mereka memang benar; hanya kerangka waktunya yang agak keliru. Kemenangan adalah kemenangan total, dan kekalahan adalah juga kemenangan hanya saja agak berkurang. Meski terus-menerus kalah, para pakar tetap tidak terkalahkan. "Sering kali ada relasi terbalik yang ganjil," kata

Tetlock menyimpulkan, "di antara seberapa baiknya anggapan peramal terhadap kinerjanya dengan kinerja itu sendiri."

Juga ada "relasi terbalik yang buruk" di antara ketenaran dan keakuratan. Semakin besar kemungkinan ramalan para pakar dimunculkan di halaman utama dan televisi, semakin besar pula kemungkinan bahwa ramalan itu selalu salah. Atau, tidak selalu salah. "Kira-kira seakurat simpanse yang melempar anak panah," kata Tetlock dan rekan penulisnya dengan tepat di buku mereka yang berjudul *Superforecasting*.

Ramalan terdini dalam riset Tetlock membahas masa depan Uni Soviet. Ada pakar (biasanya liberal) yang memandang Mikhail Gorbachev sebagai seorang pembaru jujur yang akan bisa mengubah Uni Soviet dan menjaganya tetap utuh untuk beberapa waktu dan ada pakar lain (biasanya konservatif) yang merasa bahwa Uni Soviet kebal terhadap reformasi, secara alami akan hancur, dan kehilangan legitimasi. Kedua pihak itu sebagian benar dan sebagian salah. Gorbachev mendatangkan reformasi yang nyata, membuka Uni Soviet kepada dunia dan memberdayakan warga negaranya. Namun, reformasi itu melepas sumbat dari kekuatan di republik di luar Rusia, di mana sistem telah kehilangan legitimasi. Dimulai dengan Estonia yang menyatakan kemerdekaannya, berbagai kekuatan mengembus membubarkan Uni Soviet. Kedua kubu pakar sama-sama dikejutkan oleh akhir yang mulus dari USSR, dan ramalan mereka tentang jalannya peristiwa ternyata sangat buruk. Meskipun begitu, ada satu subkelompok di dalam para pakar yang bisa melihat lebih banyak tentang apa yang akan terjadi.

Tidak seperti Ehrlich dan Simon, mereka tidak berminat pada satu pendekatan saja. Mereka bisa menimba dari setiap argumen dan memadukan pandangan yang sepertinya berlawanan. Mereka setuju bahwa Gorbachev adalah pembaru sejati *dan* bahwa Uni Soviet telah kehilangan legitimasinya di luar Rusia. Beberapa dari pemadu pandangan itu sebenarnya meramalkan bahwa akhir dari

Uni Soviet sudah mendekat dan bahwa reformasi akan menjadi katalisatornya.

Para pemadu pandangan ini lebih unggul daripada para rekannya dalam segala sesuatu, tetapi terutama dalam ramalan jangka panjang. Pada akhirnya, Tetlock menghadiahi nama julukan (yang dipinjam dari filsuf Isaiah Berlin) yang menjadi tersohor di seluruh komunitas psikologi dan intelijen: landak berpandangan sempit yang "mengetahui satu hal besar" dan rubah pemadu yang "mengetahui banyak hal kecil".

Para pakar jenis landak mendalam tetapi terbatas. Beberapa telah menghabiskan kariernya untuk mempelajari satu masalah tunggal. Seperti Ehrlich dan Simon, mereka membentuk teori-teori yang rapi tentang cara kerja dunia melalui lensa tunggal dari pengkhususan bidangnya dan membengkokkan setiap peristiwa agar cocok dengan teorinya. Menurut Tetlock, landak "menggali penuh pengabdian" di satu tradisi pengkhususan bidangnya "dan meraih jalan keluar yang memiliki rumusan yang baik untuk masalah yang tidak bisa dirumuskan dengan baik." Hasil tidak menjadi masalah; mereka dibuktikan benar oleh kesuksesan maupun kegagalan dan menggali lebih dalam lagi ke gagasannya. Itu menjadikan mereka sangat bagus dalam meramalkan masa lalu, tetapi seperti simpanse yang melempar anak panah dalam meramalkan masa depan. Sementara itu, rubah "menimba dari banyak tradisi dan menerima ambiguitas serta kontradiksi," tulis Tetlock. Jika landak mewakili keterbatasan, rubah melacak keluar dari satu disiplin ilmu atau teori dan merangkul keluasan.

Yang menakjubkan, landak berkinerja sangat buruk pada peramalan jangka panjang di bidang kemahirannya. Sebenarnya mereka semakin parah saat mengumpulkan ijazah dan pengalaman di bidangnya. Semakin banyak informasi yang mereka miliki, semakin mereka dapat mencocokkan setiap kisah ke dalam pandangannya. Ini memberi satu keunggulan nyata bagi landak. Memandang setiap peristiwa dunia melalui lubang kunci pilihannya menjadikannya

mudah untuk membentuk kisah-kisah yang menarik tentang apa pun yang terjadi dan menceritakan kisah itu dengan penuh wewenang. Dengan kata lain, mereka bagus untuk televisi.

Tetlock jelas adalah rubah. Ia profesor di Penn, dan ketika mengunjungi rumahnya di Philadelphia, saya dikitari perbincangan santai tentang politik yang sedang ia lakukan bersama rekan-rekannya, termasuk istri dan rekan kerjanya, Barbara Mellers, yang juga seorang psikolog dan akademisi terkemuka dalam soal pembuatan keputusan. Tetlock memulai di satu arah, lalu menginterogasi dirinya sendiri dan menentang sendiri gagasannya. Ia menimba dari ekonomi, ilmu politik, dan sejarah untuk mengajukan satu pendapat tentang sebuah perdebatan yang sedang berlangsung di dunia psikologi, lalu berhenti dan mencermati, "Namun, jika asumsi Anda tentang sifat manusia dan bagaimana kemasyarakatan yang baik perlu distruktur ulang, Anda akan melihat ini dengan cara yang sangat lain." Ketika sebuah gagasan baru memasuki perbincangan, ia gesit dengan kata-kata "Demi argumen, katakanlah misalnya ...," yang memungkinkan ia untuk bermain dengan sudut pandang dari berbagai disiplin ilmu atau politik atau emosional. Ia mencoba beberapa gagasan seperti filter Instagram sampai kita sulit mengetahui mana yang sebenarnya ia percayai.

Pada 2005, ia menerbitkan hasil dari kajian panjangnya tentang penilaian pakar, dan hasil itu mencuri perhatian Intelligence Advanced Research Projects Activity (IARPA), sebuah organisasi pemerintah yang mendukung riset pada tantangan tersulit dari komunitas intelijen Amerika Serikat. Pada 2011, IARPA meluncurkan turnamen peramalan empat tahun di mana lima tim yang dipimpin oleh periset saling bersaing. Setiap tim dapat merekrut, melatih, dan bereksperimen sesuai kebutuhannya. Setiap hari selama empat tahun, ramalan dikeluarkan pada jam 9 pagi waktu Amerika Timur. Pertanyaan-pertanyaannya sangat sulit. Bagaimana peluang

salah satu negara anggota akan keluar dari Uni Eropa pada tanggal tertentu? Apakah saham Nikkei akan ditutup di atas 9.500? Bagaimana kemungkinan pertempuran laut mengeklaim lebih dari sepuluh nyawa di Laut China Timur? Peramal bisa memperbarui ramalannya sesering mungkin, tetapi sistem penilaian akan lebih menilai keakuratan daripada waktu, jadi ramalan yang bagus di menit terakhir sebelum tanggal pertanyaan berakhir akan memiliki nilai tersendiri.

Tim yang dijalankan oleh Tetlock dan Mellers disebut Good Judgment Project. Alih-alih merekrut pakar ternama, di tahun pertama turnamen, mereka membuka lowongan untuk relawan. Setelah proses penyaringan yang sederhana, mereka mengundang tiga ribu dua ratus orang untuk memulai peramalan. Dari jumlah itu, mereka mengenali sekelompok kecil peramal jenis rubah—hanya orang-orang cerdas yang memiliki minat dan kebiasaan membaca yang luas tanpa latar belakang relevan tertentu—dan lebih memercayakan ramalan tim kepada mereka. Mereka berhasil menghancurkan persaingan.

Di tahun kedua, Good Judgment Project secara acak menyusun para peramal super ke tim-tim daring yang terdiri dari dua belas orang, agar mereka dapat berbagi informasi dan gagasan. Mereka mengalahkan tim-tim yang dijalankan oleh universitas lain sedemikian rupa sehingga IARPA mengeluarkan para pesaing yang lebih lemah dari turnamen. Menurut Tetlock, para relawan dari masyarakat umum berhasil mengalahkan para analis intelijen berpengalaman yang memiliki akses ke data rahasia "dengan data sampingan yang tetap rahasia." (Ia merujuk pada sebuah laporan di *Washington Post* yang menunjukkan bahwa Good Judgment Project berkinerja sekitar 30% lebih baik dibandingkan sekumpulan analis komunitas intelijen.)

Para peramal yang terbaik bukan hanya berjenis rubah sebagai perorangan, mereka juga memiliki kualitas yang menjadikan mereka partner yang sangat efektif—mitra dalam berbagi informasi dan

mendiskusikan ramalan. Setiap anggota tim masih harus membuat ramalan perorangan, tetapi tim dinilai menurut kinerja kolektif. Rata-rata, peramal di tim super yang kecil menjadi 50% lebih akurat dalam ramalan *perorangannya*. Tim super ini mengalahkan kebijaksanaan dari banyak kelompok yang lebih besar—di mana ramalan dari kelompok besar adalah rata-rata—dan mereka juga mengalahkan pasar-pasar ramalan, di mana peramal "mendagangkan" hasil dari peristiwa masa depan misalnya saham dan harga pasar mewakili ramalan kelompok.

Mungkin kelihatannya kompleksitas dalam meramalkan peristiwa geopolitik dan ekonomi akan memerlukan sekelompok spesialis yang terbatas, yang masing-masing anggotanya akan mendatangkan kedalaman ekstrem di salah satu area pada tim. Namun, faktanya justru sebaliknya. Seperti para pencipta buku komik dan penemu yang mematenkan teknologi baru, di hadapan ketidakpastian, keluasan yang dimiliki perorangan akan sangat penting. Satu orang saja peramal jenis rubah sudah akan menakjubkan, bersama-sama mereka akan menjadi contoh dari tim yang paling ideal: mereka menjadi lebih besar daripada sekadar jumlah bagian-bagiannya. Jauh lebih besar.

Beberapa dari kualitas yang menjadikan seseorang sebagai anggota tim peramal terbaik dari Good Judgment Project menjadi tampak ketika saya berbicara dengan mereka. Mereka cerdas, tetapi begitu pula para pakar jenis landak. Mereka mudah mengemukakan angka, memperkirakan angka kemiskinan negara ini atau perbandingan jumlah tanah pertanian di negara bagian. Dan keragaman pengetahuannya tentang angka-angka ini sangatlah luas.

Scott Eastman memberitahu saya bahwa ia "tidak pernah benar-benar cocok di satu dunia." Ia dibesarkan di Oregon dan mengikuti lomba matematika dan sains, tetapi di perguruan tinggi, ia belajar sastra Inggris dan seni murni. Ia adalah seorang mekanik sepeda,

pengecat rumah, pendiri perusahaan pengecat rumah, manajer pengelolaan dana simpanan bernilai jutaan dolar, fotografer, guru fotografi, dosen di sebuah universitas di Rumania—untuk bidang studi yang beragam mulai dari antropologi budaya sampai hak-hak sipil—dan, yang paling ganjil, penasihat utama bagi walikota Avrig, kota kecil di tengah Rumania. Dalam perannya itu, ia melakukan segala sesuatu mulai dari membantu memadukan teknologi baru ke ekonomi setempat sampai menghadapi wartawan dan berperan serta dalam perundingan dengan para pemimpin bisnis China.

Eastman menyebut hidupnya seperti buku dongeng fabel; setiap pengalaman mengandung pelajaran. "Saya rasa mengecat rumah adalah salah satu bantuan terbesar," katanya kepada saya. Itu memberinya peluang untuk berinteraksi dengan berbagai rekan kerja dan klien, mulai dari pengungsi yang mencari suaka sampai miliarder Silicon Valley, dengan siapa ia akan mengobrol jika ia mendapat proyek pengecatan yang panjang di rumah-rumah mereka. Baginya, itu adalah tanah subur untuk mengumpulkan sudut pandang. Namun, pengecatan rumah mungkin bukan satu-satunya pendidikan untuk ramalan geopolitik. Seperti rekan timnya, Eastman selalu mengumpulkan sudut pandang dari mana saja, selalu menambah keragaman bidangnya, jadi setiap tanah adalah tanah subur baginya.

Eastman sangat akurat dalam meramalkan perkembangan di Suriah dan terkejut mengetahui bahwa Rusia adalah titik lemahnya. Ia mempelajari Rusia dan mempunyai seorang teman yang adalah mantan duta besar di Rusia. "Seharusnya saya punya banyak kaki di sana, tetapi saya menghadapi rangkaian pertanyaan yang sangat besar, itu adalah salah satu area kelemahan saya," katanya kepada saya. Ia telah belajar bahwa mengkhususkan diri pada satu topik sering kali tidak membuahkan hasil pada ramalan. "Jadi, jika tahu bahwa seseorang [di dalam tim] adalah pakar di bidang tertentu, saya sangat senang jika mendapat akses kepada mereka sehingga saya bisa bertanya dan melihat apa yang sedang mereka gali. Namun, saya tidak akan sekadar berkata, 'Baiklah, biokimiawan mengatakan

obat tertentu akan memasuki pasar, jadi ia pasti benar.' Sering kali, jika Anda adalah orang dalam yang terlalu dalam, akan sulit untuk mendapatkan sudut pandang yang benar." Eastman menjelaskan ciri utama dari peramal yang terbaik: "murni ingin tahu tentang ... segala sesuatu."

Ellen Cousins meriset penipuan untuk para pengacara pengadilan. Tentu saja risetnya berkisar dari ilmu kedokteran sampai bisnis. Ia sendiri memiliki minat yang luas, mulai dari mengumpulkan artefak sejarah sampai merajut, menggambar dengan laser, dan membuka gembok tanpa kunci. Ia melakukan riset gratis pada veteran militer yang seharusnya (dan terkadang memang) ditingkatkan untuk mendapat Medali Kehormatan. Ia merasakan hal yang sama dengan Eastman. Para pakar khusus adalah sumber daya yang sangat berharga, katanya kepada saya, "tetapi Anda harus mengerti bahwa mungkin mereka mengenakan penutup mata. Jadi, yang saya coba lakukan adalah mengambil fakta dari mereka, bukan pendapat." Seperti para penemu jenis *polymath*, Eastman dan Cousins mengambil dengan rakus dari spesialis lalu memadukan.

Interaksi daring para peramal super adalah contoh dari antagonisme yang santun, tidak setuju tanpa menjadi tidak bisa disetujui. Bahkan pada peristiwa yang langka ketika seseorang berkata. " 'Kau omong kosong, itu tidak masuk akal bagi saya, coba jelaskan,'" kata Cousins kepada saya, "mereka tidak keberatan." Mereka tidak mencari persetujuan; mereka mencari pengumpulan sudut pandang, sebanyak mungkin. Dalam penggambaran yang kurang indah tetapi mengesankan, Tetlock menyebut para peramal yang terbaik sebagai rubah dengan mata capung. Mata capung terdiri puluhan ribu lensa, masing-masing dengan sudut pandang yang berlainan, yang kemudian disintesis di otak.

Salah satu diskusi ramalan daring yang saya cermati adalah sebuah tim yang mencoba meramalkan nilai tertinggi pada satu hari untuk pertukaran dolar Amerika dengan hryvnia Ukraina selama suatu periode yang sangat bergolak pada 2014. Apakah itu kurang

dari 10, di antara 10 dan 13, atau lebih dari 13? Diskusi dimulai dengan seorang anggota tim yang mengajukan ramalan persentasi untuk setiap kemungkinan itu dan membagikan sebuah artikel dari *Economist.* Anggota tim lainnya masuk dengan sebuah tautan dari Bloomberg dan data sejarah daring, dan mengajukan tiga ramalan kemungkinan tetapi lebih berpihak kepada "di antara 10 dan 13". Anggota tim ketiga diyakinkan oleh argumen kedua. Anggota tim keempat membagi informasi tentang muramnya keadaan keuangan di Ukraina. Anggota kelima membahas isu yang lebih luas tentang bagaimana nilai tukar berubah, atau tidak berubah, dalam kaitannya dengan peristiwa dunia. Lalu, anggota tim pertama mengunggah lagi; ia terbujuk oleh argumen lain dan mengubah ramalannya, tetapi masih berpikir bahwa mereka terlalu membesar-besarkan kemungkinan "lebih dari 13". Mereka terus berbagi informasi, saling menantang, dan memperbarui ramalannya. Dua hari kemudian, seorang anggota tim yang memiliki kemahiran khusus dalam keuangan melihat bahwa hryvnia sedang menguat di tengah berbagai peristiwa yang menurutnya akan melemahkannya. Ia menginformasikan kepada teman-teman timnya bahwa ini terbalik dengan perkiraannya dan bahwa mereka harus melihatnya sebagai tanda bahwa ada sesuatu yang salah dalam pemahamannya. Terbalik dari para politisi, para peramal yang terbaik ini berani berbalik arah. Pada akhirnya tim memutuskan "di antara 10 dan 13" sebagai favorit mereka, dan mereka benar.

Dalam kajian terpisah, dari 2000 sampai 2010, psikolog Jerman Gerd Gigerenzer menyusun ramalan nilai tukar tahunan dolar-euro yang dibuat oleh dua puluh dua bank internasional yang paling bergengsi—Barclays, Citigroup, JPMorgan Chase, Bank of America Merrill Lynch, dan lainnya. Setiap tahun, setiap bank meramalkan nilai tukar di akhir tahun. Kesimpulan sederhana Gigerenzer tentang proyeksi yang dibuat oleh para spesialis terunggul di dunia itu: "Ramalan tentang nilai tukar dolar-euro tidaklah berguna." Dalam enam dari sepuluh tahun, nilai tukar yang sesungguhnya berada di

luar kisaran ramalan kedua puluh dua bank itu. Jika peramal super langsung memperhatikan perubahan pada arah nilai tukar yang membingungkannya, dan melakukan penyesuaian, para peramal bank besar melalaikan setiap perubahan yang ada selama dekade yang dianalisis oleh Gigerenzer.

Ciri khas dari interaksi di antara tim-tim terbaik adalah apa yang disebut oleh psikolog Jonathan Baron sebagai "pikiran terbuka yang aktif". Peramal terbaik memandang gagasannya sendiri sebagai hipotesis yang perlu diuji. Tujuan mereka bukanlah meyakinkan rekan-rekan tim tentang kemahirannya sendiri, tetapi mendorong rekan-rekan tim untuk membantu mereka membuktikan kesalahan dari gagasannya. Sepertinya itu tidak normal di masyarakat pada umumnya. Jika diberi pertanyaan yang sulit—misalnya, "Apakah penyediaan lebih banyak dana ke sekolah negeri akan meningkatkan kualitas pengajaran dan pembelajaran?"—biasanya orang akan memunculkan arus gagasan "dari pihak saya". Bersenjatakan mesin pencari internet, mereka tidak akan mulai mencari mengapa mereka mungkin salah. Ini bukan karena kita tidak bisa memunculkan gagasan yang berlawanan, hanya saja naluri kuat kita tidak akan melakukan itu.

Pada 2017, para periset di Kanada dan Amerika Serikat memulai sebuah kajian dengan meminta kelompok orang dewasa yang berpendidikan tinggi dengan latar politik yang beragam untuk membaca argumen yang meneguhkan kepercayaan mereka pada isu-isu yang kontroversial. Ketika partisipan diberi peluang untuk dibayar jika mereka membaca argumen tentangan, dua pertiga memutuskan bahwa mereka bahkan tidak mau *melihat* argumen tentangan, apalagi mempertimbangkannya dengan serius. Sikap anti terhadap gagasan yang bertentangan bukanlah sekadar artefak dari kebodohan atau ketidakpedulian. Profesor hukum dan psikologi Yale, Dan Kahan, telah menunjukkan bahwa orang-orang dewasa yang semakin melek

ilmiah sebenarnya *semakin* cenderung dogmatis tentang topik-topik ilmiah yang telah terpolarisasi secara politik. Kahan berpikir mungkin itu disebabkan mereka lebih pandai menemukan bukti untuk meneguhkan kepercayaannya: semakin banyak waktu yang mereka habiskan untuk suatu topik, semakin mereka menjadi seperti landak.

Dalam suatu kajian selama masa persiapan pemungutan suara untuk Brexit, sebuah kelompok kecil yang terdiri dari Anti- dan Pro- Brexit bisa dengan benar menginterpretasikan suatu statistik buatan tentang efektivitas suatu krim kulit penyembuh ruam, tetapi ketika para pemberi suara diberi data yang persis sama yang dihadirkan seakan-akan itu menunjukkan bahwa imigrasi meningkatkan atau menurunkan kriminalitas, tiba-tiba orang-orang Inggris yang Anti-Brexit menjadi buta angka dan keliru menginterpretasikan statistik yang tidak sejalan dengan kepercayaan politiknya. Kahan menemukan fenomena yang sama di Amerika Serikat dengan menggunakan krim kulit dan pengendalian senjata. Kahan juga mendokumentasikan sebuah ciri kepribadian yang bisa melawan kecenderungan itu: keingintahuan ilmiah. Bukan pengetahuan ilmiah, tetapi *keingintahuan* ilmiah.

Kahan dan rekan-rekannya mengukur keingintahuan ilmiah dengan cerdik, menyelundupkan pertanyaan-pertanyaan relevan ke dalam apa yang tampak seperti survei pemasaran konsumen dan melacak bagaimana orang mencari informasi lanjutan setelah menonton video berkonten tertentu, beberapa di antaranya berkaitan dengan ilmu pengetahuan. Orang-orang yang paling memiliki keingintahuan ilmiah selalu memilih untuk melihat bukti yang baru, terlepas dari apakah itu sesuai atau tidak sesuai dengan kepercayaannya saat ini. Orang-orang dewasa dengan keingintahuan ilmiah yang lebih kecil itu seperti landak: mereka menjadi lebih menolak bukti yang bertentangan dan lebih terpolarisasi secara politis saat mereka mendapatkan pengetahuan tentang subjek yang sedang dibahas. Mereka yang memiliki keingintahuan ilmiah yang tinggi bisa melawan kecenderungan itu. Perburuan informasi ala rubah mereka

seperti perburuan rubah yang sesungguhnya: mereka berkeliaran dengan bebas, mendengarkan dengan cermat, dan memakan apa pun. Seperti yang dikatakan oleh Tetlock tentang peramal yang terbaik, ini bukan soal apa yang mereka pikir, tetapi bagaimana mereka berpikir. Peramal yang terbaik memiliki keterbukaan pikiran aktif yang tinggi. Mereka juga sangat ingin tahu, dan mereka bukan saja mau mempertimbangkan gagasan yang bertentangan, mereka malah secara proaktif mencarinya lintas bidang ilmu. "Tanpa keluasan, kedalaman bisa tidak memadai," tulis Jonathan Baron, psikolog yang membuat ukuran untuk keterbukaan pikiran yang aktif.

Charles Darwin pastilah salah satu manusia yang paling ingin tahu dan paling berpikiran terbuka secara aktif dalam sejarah. Empat model evolusi pertamanya adalah bentuk aliran penciptaan atau desain kecerdasan. (Model kelima memperlakukan ciptaan sebagai sebuah pertanyaan yang terpisah.) Ia sengaja menyalin setiap fakta atau pengamatan yang ia temukan, yang bertentangan dengan teori yang sedang ia kerjakan. Tak habis-habisnya ia menyerang gagasannya sendiri, menyingkirkan satu model ke model lainnya, sampai tiba pada sebuah teori yang benar-benar cocok dengan bukti. Namun, bahkan sebelum memulai karya besar hidupnya, ia membutuhkan dorongan dari seorang rekan tim yang berpikiran terbuka secara aktif—seorang mentor. John Stevens Henslow adalah seorang pendeta, geolog, dan profesor botani yang mengatur penempatan Darwin di HMS *Beagle*. Sebelum kapal berlayar, ia memberitahu Darwin untuk membaca sebuah buku baru yang kontroversial, *Principles of Geology,* karya Charles Lyell. Lyell mengatakan bahwa dengan berjalannya waktu, Bumi telah berubah secara bertahap oleh proses-proses yang masih berlangsung hingga kini. Henslow tidak dapat menerima penjelasan Lyell tentang geologi sebagai entitas yang terpisah total dari teologi dan memperingatkan Darwin "untuk tidak menerima pandangan-pandangan yang diajukan di dalamnya." Namun, seperti rubah, ia menyisihkan penolakannya sendiri dan mendorong bimbingannya untuk membaca buku itu.

Buku itu adalah inspirasi bagi Darwin. Menurut sejarawan ilmiah Janet Browne, "Dalam satu pertukaran yang paling luar biasa di sejarah sains, buku Lyell mengajarkan cara berpikir tentang alam kepada Darwin."

Semua ini bukan mengatakan bahwa para pakar tipe landak tidaklah diperlukan. Mereka menghasilkan pengetahuan yang vital. Einstein adalah tipe landak. Ia melihat kesederhanaan di balik kerumitan dan menemukan teori anggun untuk membuktikannya. Namun, ia juga menghabiskan tiga puluh tahun terakhir hidupnya dalam pencarian yang kaku untuk satu teori tentang segala sesuatu yang akan menjelaskan keacakan yang berantakan yang ada pada mekanika kuantum, suatu bidang yang sebagian dikembangkan oleh karyanya sendiri. Sebagai astrofisikawan, Glen Mackie menulis, "Sepertinya ada sebuah kesepakatan: dalam tahun-tahun lanjut, Einstein bekerja dengan penutup mata matematikal, kebal terhadap penemuan yang relevan, dan tidak bisa mengubah metode penelitiannya." Tuhan tidak bermain dadu dengan semesta, kata Einstein secara simbolik. Niels Bohr—ilmuwan sezamannya yang menjelaskan struktur ion (menggunakan analogi cincin Saturnus dan sistem tata surya)—menjawab bahwa Einstein harus tetap membuka pikiran dan tidak memberitahu Tuhan tentang bagaimana cara menjalankan semesta.

Di balik kerumitan, para landak cenderung melihat aturan sebab-akibat yang sederhana dan menentukan, yang dibingkai oleh bidang kemahirannya, seperti pola yang berulang di papan catur. Rubah melihat kerumitan di apa yang orang lain keliru duga sebagai sebab-akibat sederhana. Mereka mengerti bahwa sebagian besar relasi sebab-akibat adalah probabilistik, bukan deterministik. Ada hal-hal yang tidak kita ketahui, dan keberuntungan, dan bahkan ketika sejarah sepertinya berulang, sebenarnya ia tidak berulang secara tepat. Mereka mengenali bahwa mereka beroperasi di lingkungan pembelajaran yang "culas", di mana bisa sangat sulit untuk belajar, baik dari kemenangan maupun kekalahan.

Di bidang yang culas di mana tidak ada umpan balik otomatis, pengalaman belaka tidak akan meningkatkan kinerja. Kebiasaan berpikir yang efektif akan lebih penting, dan itu bisa dikembangkan. Dalam empat tahun turnamen peramalan, kelompok riset Tetlock dan Meller menunjukkan bahwa satu jam pelatihan dasar dalam kebiasaan rubah akan meningkatkan keakuratan. Satu kebiasaan yang sangat mirip dengan pemikiran analogis yang telah membantu para pemodal usaha dan penyuka film di Bab 5 untuk membuat ramalan yang lebih baik tentang pengembalian modal dan sukses keuangan film. Pada dasarnya, para peramal dapat meningkat dengan membuat daftar dari peristiwa-peristiwa terpisah yang memiliki kesamaan struktural di dalamnya, alih-alih hanya berfokus pada rincian internal dari peristiwa tertentu yang sedang diolah. Hanya sedikit peristiwa yang 100% baru—keunikan adalah soal derajat, kata Tetlock—dan menciptakan daftar akan mendorong peramal untuk secara tidak langsung berpikir seperti seorang statistikawan.

Misalnya, pada 2015, para peramal ditanya apakah Yunani akan keluar dari zona Eropa di tahun itu. Belum pernah ada negara yang keluar, jadi pertanyaan itu sepertinya sangat unik. Namun, ada banyak contoh dari kegagalan perundingan internasional, negara yang keluar dari perjanjian internasional, dan pengalihan mata uang yang dipaksakan, yang memungkinkan peramal terbaik untuk berpijak pada apa yang biasanya terjadi tanpa berfokus secara terbatas pada semua rincian unik dari situasi saat ini. Memulai dengan rincian—pandangan di dalam—adalah berbahaya. Para pakar tipe landak memiliki lebih dari cukup pengetahuan tentang rincian suatu isu di bidang khususnya untuk melakukan apa yang Dan Kahan katakan: rincian yang dipetik agar sesuai dengan teori keseluruhan mereka. Pengetahuan mereka yang mendalam malah merugikan mereka. Para peramal yang terampil akan menjauh dari masalah yang ada untuk mempertimbangkan peristiwa-peristiwa yang sama sekali tak berkaitan tetapi memiliki kesamaan struktural, alih-alih

mengandalkan intuisi berdasarkan pengalaman pribadi atau satu area kemahiran.

Aspek lain dari pelatihan peramalan adalah membedah hasil ramalan untuk mencari pelajaran, terutama ramalan yang ternyata buruk. Mereka membuat lingkungan pembelajaran yang culas, yang tidak memberi umpan balik otomatis, sedikit lebih ramah dengan menciptakan umpan balik yang keras di setiap peluang. Dalam kajian Tetlock selama dua puluh tahun, baik rubah maupun landak akan cepat memperbarui kepercayaannya setelah ramalan yang sukses, dengan menguatkan kepercayaan itu. Namun, ketika hasil ramalan mengejutkan mereka, rubah mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk menyesuaikan gagasannya. Landak nyaris tak bergeming. Beberapa landak membuat ramalan yang penuh wewenang yang ternyata sangat keliru, lalu memperbarui teori mereka *di arah yang salah*. Mereka malah semakin yakin pada kepercayaan awal yang telah menyesatkan mereka. Menurut Tetlock, “Penilai yang baik adalah pembaru kepercayaan yang baik.” Jika mereka melakukan taruhan dan kalah, mereka merangkul logika dari kekalahan sama seperti mereka akan menguatkan logika dari suatu kemenangan.

Itu adalah, dalam satu kata, pembelajaran. Terkadang itu mewajibkan dikesampingkannya pengalaman.

BAB 11

Belajar Menjatuhkan Alat-Alat yang Sudah Anda Kenal

JAKE, SI RAMBUT PIRANG BERWAJAH ATLETIS, bicara lebih dulu. Ia ingin melombakan mobil. "Bagaimana jika semua setuju saja?" tanyanya. "Menurut saya, lombakan mobil ini."

Saat itu siang hari di musim gugur, dan Jake bersama enam rekan kelasnya di tahun kedua Harvard Business School menemukan sebuah tempat yang teduh di mana mereka bisa makan siang dan mengobrol.* Profesor mereka telah memberi tiga halaman yang berisi salah satu studi kasus sekolah bisnis paling terkenal yang pernah orang ciptakan, yang dikenal sebagai Carter Racing. Pertanyaannya, apakah mobil milik tim Carter Racing yang fiksional harus berlomba di lomba terbesar di musim itu, yang akan dimulai dalam satu jam.

Argumen mereka condong untuk melombakannya: berkat *turbocharger* yang dibuat secara khusus, Carter Racing telah menghasilkan uang (sebagai pemenang lima besar) di dua belas dari dua puluh empat lomba. Sukses itu telah memastikan sponsor dari perusahaan minyak dan calon sponsor dari Goodstone Tire yang bergengsi (yang

---

* Nama-nama mahasiswa telah diubah kecuali untuk mereka yang telah memberi izin untuk menggunakan nama asli.

juga fiksional). Carter Racing telah memenangkan lomba yang terakhir, itu adalah kemenangan keempatnya di musim lomba. Lomba hari ini akan diliput oleh televisi nasional, dan jika menyelesaikan lomba di urutan lima besar, Carter Racing akan mendapat sponsor sebesar 2 juta dolar dari Goodstone. Jika memilih untuk tidak berlomba dan mengundurkan diri, Carter Racing akan kehilangan sebagian dari uang pendaftaran dan harus mengembalikan sejumlah uang sponsor. Tim akan mengakhiri musim kejayaannya dengan merugi Rp 1 miliar dan mungkin tidak akan pernah mendapatkan peluang sebesar ini lagi. Sepertinya jelas bahwa jawabannya adalah ikut berlomba.

Argumen yang menentang lomba: di tujuh dari dua puluh empat lomba, mesin mengalami kegagalan, dan setiap kegagalan merusak mobil. Dalam dua lomba terakhir, para mekanik menggunakan suatu prosedur persiapan mesin yang baru dan tidak mengalami kesulitan, tetapi mereka tidak mengetahui apa yang sebelumnya menimbulkan masalah. Jika mesin itu gagal di televisi nasional, tim akan kehilangan sponsor dari perusahaan minyak, mengucapkan selamat berpisah kepada Goodstone, dan kembali ke titik nol atau mungkin keluar dari bisnis. Jadi: ikut atau tidak ikut lomba?

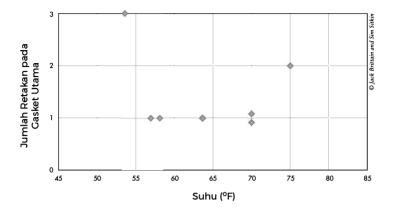
Kelompok itu memulai dengan pemungutan suara. Tiga mahasiswa menyatakan ikut lomba, empat mahasiswa menyatakan tidak ikut. Sekarang perdebatan dimulai.

Bahkan jika mesin gagal, kata Jake, tim masih mempunyai 50% kemungkinan untuk kemenangan terbesarnya. Uang sponsor dari Goodstone yang didapatkan jika tim menang akan lebih besar daripada kehilangan yang akan ditanggung oleh tim jika mesin gagal dan sponsor yang sudah ada meninggalkan mereka. Jika Carter Racing mengundurkan diri, musim yang jaya itu berakhir dengan utang, "seperti yang kita semua tahu, itu bukan model bisnis yang berkelanjutan."

"Saya rasa mereka tidak sanggup untuk tidak berlomba," kata Justin.

Alexander setuju, dan berkata kepada para penolak: "Apa yang harus berubah untuk meyakinkan kalian?" tanyanya.

Mei—yang mengenakan topi Harvard dan duduk di seberang lingkaran—mempunyai perhitungan untuk dibagikan. "Bagi saya, risiko dari tidak ikut lomba adalah sekitar sepertiga dari sisi buruk dari ikut berlomba [jika mesin gagal lagi]," katanya. Ia menambahkan bahwa ia berfokus pada penanggulangan kerugian, dan tidak ingin berlomba.

Studi kasus itu mengatakan bahwa pada menit terakhir, pemilik tim—BJ Carter—memanggil para mekaniknya. Pat—mekanik mesin—tidak lulus sekolah lanjutan dan tidak memiliki pendidikan teknik yang canggih, tetapi memiliki sepuluh tahun pengalaman lomba. Suhu bisa menjadi persoalan, katanya. Ketika *turbocharger* dipanaskan di hari yang dingin, komponen mesin bisa mengembang dengan kecepatan yang berbeda dan menimbulkan kegagalan pada gasket utama, pengedap logam di mesin. Pat mengakui bahwa setiap kegagalan mesin yang pernah terjadi memang tampak berbeda, tetapi pada ketujuh kegagalan itu ada retakan di gasket utama. (Dua kegagalan mesin mengalami retakan majemuk di gasket.) Ia tidak mengetahui apa yang telah terjadi, tetapi tidak bisa memikirkan hal yang lain dalam waktu sesingkat itu. Ia masih bersemangat untuk berlomba dan sangat senang dengan seragam Goodstone barunya. Dengan suhu 40°F, itu adalah hari lomba yang terdingin di musim itu. Robin—kepala mekanik—menganjurkan untuk melihat data suhu. Ia mencermatinya di grafik, tetapi tidak melihat adanya korelasi:

Dmitry, dengan rambut hitamnya yang terkulai ke satu sisi, dengan tegas menentang keikutsertaan dalam lomba. Ia setuju bahwa tidak ada relasi linier yang nyata di antara kegagalan gasket dan suhu; tiga retakan gasket terjadi di hari lomba yang terdingin (53°F) dan dua retakan di hari yang terpanas (75°F). Namun, bagaimana jika terdapat kisaran suhu yang optimal untuk mesin, tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas? "Jika kegagalan itu acak, kemungkinan bahwa Anda berdua mencapai garis akhir dan masuk lima besar adalah 50%," kata Dmitry. "Namun, jika itu tidak acak, kemungkinannya akan lebih rendah. Hari ini suhunya sangat rendah dan mereka belum pernah mengalaminya. Kita tidak tahu apakah ada korelasinya dengan suhu, tetapi jika ada, kemungkinan besar mesin itu akan gagal."

Julia pikir gagasan suhu dari Pat "tidak masuk akal", tetapi seperti Dmitry, ia memandang mesin sebagai kotak hitam yang tidak memberi informasi kepada tim untuk memperhitungan kemungkinan dari lomba hari ini. Ia mengakui bahwa ia takut pada risiko, dan secara pribadi sama sekali tidak akan pernah terlibat dalam lomba mobil.

Kecuali Dmitry, kelompok itu setuju bahwa suhu dan kegagalan mesin "tidak memiliki korelasi", seperti yang dikatakan oleh Alexander. "Apa saya satu-satunya yang tidak setuju?" tanya Dmitry, yang disambut dengan cekikikan teman-temannya.

Jake sangat tidak terkesan dengan cara pikir mekanik mesin Pat. "Menurut saya, Pat adalah mekanik yang sangat baik," katanya. "Namun, menurut saya, ia bukan insiyur penganalisis akar penyebab yang baik, dan itu adalah dua hal yang sangat berbeda." Jake pikir Pat adalah korban dari bias kognitif, suatu bias yang sudah banyak dikenal, terlalu menekankan pentingnya satu ingatan dramatis—tiga retakan gasket pada hari yang dingin. "Kita bahkan tidak punya informasi untuk memahami grafik ini," kata Jake. "Ada dua puluh empat lomba, bukan? Berapa banyak lomba di suhu sekitar 53ºF yang tidak mengalami retakan? Saya tidak bermaksud untuk menyerang pendapatmu," katanya kepada Dmitry, sambil tersenyum dan menepuk tangan temannya dengan ramah.

Semuanya setuju bahwa akan ada baiknya mempunyai data suhu dari lomba-lomba di mana mesin mobil tidak mengalami masalah, tetapi sementara ini hanya itulah data yang mereka miliki. Justin bicara untuk semua pihak yang mendukung keikutsertaan di lomba ketika ia berkata, "Saya pikir Anda harus berlomba, karena itulah yang dilakukan jika Anda berada dalam bisnis ini."

Sepertinya kelompok akan berakhir di tempat di mana mereka mulai, memungut suara untuk tidak ikut lomba, sampai Mei melihat kembali perhitungannya. "Sebenarnya saya telah berubah pikiran," katanya mengumumkan. "Saya memilih untuk ya, berlomba." Membandingkan kemungkinan sisi untung dan rugi, Mei memperhitungkan bahwa Carter Racing hanya membutuhkan 26% peluang untuk menyelesaikan lomba di urutan lima besar—separuh dari angka mereka saat ini—untuk menjadikan lomba sebagai taruhan yang cerdas. Bahkan jika suhu dingin mengubah peluang, itu tidak akan menguranginya sampai 26%, jadi kita masih aman." Menurutnya, Dmitry bias dalam membaca data; Carter Racing telah berlomba di suhu dari 53–82ºF, dengan empat kegagalan mesin di bawah dan tiga di atas 65ºF. Dmitry memberi terlalu banyak bobot kepada data 53ºF karena data itu melibatkan tiga retakan gasket, kata Mei. Bagaimanapun, itu hanya satu kegagalan mesin.

Jake turut bicara dan mengatakan bahwa anggota kelompok sedang melihat apa pun yang mereka inginkan di grafik suhu, jadi "mungkin kita ajukan debat itu." Ia menyukai argumen dugaan nilai dari Mei. "Saya rasa itu satu hal konkret yang bisa kita pegang, dalam artian akan selalu baik untuk mendasarkan segalanya pada matematika .... Jika Anda memberitahu saya untuk melempar koin, dan jika saya kalah saya kehilangan Rp 1 juta tetapi jika saya menang saya mendapatkan Rp 2 juta, saya akan terus melempar koin itu." Ia mengingatkan kelompok bahwa Carter Racing menggunakan prosedur persiapan mesin yang baru selama dua lomba terakhir dan tanpa masalah. "Itu satu poin data yang kecil," katanya, "tetapi setidaknya itu di arah yang benar untuk argumen saya."

Mei berpaling kepada Dmitry. "Berapa suhu yang kau anggap nyaman untuk berlomba?" tanyanya. "Kita memiliki dua gagal mesin di suhu 70, satu di 63, dan satu di 53. Tidak ada suhu yang aman bagi kita."

Dmitry ingin menetapkan batas yang tepat di suhu yang telah mereka alami. Ada sesuatu yang tidak berfungsi sesuai harapan, jadi apa pun yang ada di luar suhu adalah wilayah yang asing. Ia tahu rekomendasinya terdengar sangat acak.

Kelompok beralih ke penghitungan akhir. Dengan beralihnya Mei, perbandingan suara menjadi empat banding tiga, mereka memutuskan untuk berlomba. Para mahasiswa itu melanjutkan obrolannya sambil memasukan kertas-kertas studi kasusnya ke tas.

Dengan cepat dan lantang, Martina membaca bagian dari studi kasus di mana pemilik tim BJ Carter meminta pendapat mekanik utamanya, Robin. "Para pengemudi mempertaruhkan hidup mereka, saya mempunyai karier yang bergantung pada setiap lomba, dan setiap sen Anda diikatkan ke bisnis," kata Robin kepadanya. Tidak ada orang yang memenangkan lomba dengan duduk di tempat perhentian, katanya mengingatkan bosnya.

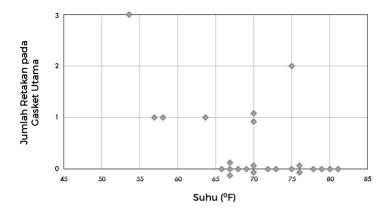
Martina mempunyai satu pertanyaan terakhir. "Ini hanya soal uang, bukan? Kita tidak akan membunuh seseorang jika kita berlomba, bukan?"

Beberapa anggota kelompok melihat keliling dan tertawa, lalu mereka berpisah jalan.

Ketika tiba di kelas keesokan harinya, para mahasiswa itu mengetahui bahwa sebagian besar kelompok mahasiswa di seluruh dunia yang pernah ditugasi kasus Carter Racing memilih untuk mengikuti lomba. Profesor berjalan keliling ruangan, melacak logika mereka untuk keputusan berlomba atau mengundurkan diri.

Tim-tim yang telah memutuskan untuk ikut berlomba membahas perkiraan kemungkinannya dan perjalanan keputusannya. Para mahasiswa terbelah menjadi dua kubu tentang apakah kegagalan mesin di tengah lomba akan membahayakan pengemudi atau tidak. Sebagian besar mahasiswa menganggap data suhu tidak relevan dan hanya sekadar pengalihan isu. Beberapa orang menganggguk ketika seseorang berkata, "Jika kita ingin maju di bisnis lomba, ini risiko yang harus kita ambil." Seluruh anggota timnya setuju untuk ikut lomba.

Dmitry menolak, dan profesor mencecarnya habis-habisan. Dmitry mengatakan bahwa setiap proses keputusan kemungkinan yang diajukan oleh setiap kelompok tidaklah relevan jika orang berasumsi bahwa kegagalan mesin tersebar secara acak. Ia menambahkan bahwa datanya sangat ambigu karena untuk beberapa sebab mekanik utama tidak memberi suhu lomba ketika mesin tidak gagal.

"Baiklah. Jadi, Dmitry, ini pertanyaan kuantitatifnya," kata profesor. "Berapa kali kemarin saya mengatakan bahwa jika kamu menginginkan informasi tambahan, beritahu saya?" Orang-orang terperenyak. "Empat kali," kata profesor menjawab sendiri. "Empat kali saya mengatakan jika kalian membutuhkan informasi tambahan, beritahu saya." Tidak satu pun mahasiswa yang menanyakan data yang hilang. Profesor memasang grafik baru, di mana setiap lomba dicermati. Grafik itu tampak seperti ini:

Setiap suhu lomba di bawah 65°F mengalami kegagalan mesin. Lalu profesor memberi label gagal atau tidak gagal pada setiap lomba, dan dengan pembagian biner sederhana itu ia melakukan sebuah analisis statistik sederhana, yang sudah dikenal oleh semua mahasiswa, yaitu regresi logistik. Ia memberitahu mahasiswa bahwa ada 99,4% kemungkinan kegagalan mesin di suhu 40°F. "Masih ada lagi yang ingin mengikuti lomba?" tanyanya. Dan sekarang ia punya kejutan lain.

Data suhu dan kegagalan mesin itu diambil dari keputusan tragis NASA untuk meluncurkan kapsul antariksa *Challenger,* dengan rincian yang ditempatkan dalam konteks balap mobil alih-alih penjelajahan antariksa. Wajah Jake memucat. Alih-alih retakan gasket, *Challenger* gagal pada cincin-cincin bulat—pita-pita karet yang mengedapkan sambungan di dinding luar roket pendorong mirip peluru kendali yang mendorong kapsul ke angkasa. Suhu yang dingin menyebabkan cincin karet mengeras, menjadikannya tidak efektif sebagai pengedap sambungan.

Para tokoh di studi kasus ini didasarkan pada para manajer dan insinyur di NASA dan kontraktor roket pendorong, Morton Thiokol, pada suatu telekonferensi darurat pada malam sebelum *Challenger* diluncurkan. Laporan cuaca pada 27 Januari 1986 meramalkan cuaca Florida yang sangat dingin untuk cuaca peluncuran. Setelah

telekonferensi itu, NASA dan Thiokol memberi lampu hijau untuk melanjutkan. Pada 28 Januari, cincin-cincin bundar itu gagal mengedapkan sebuah sambungan di dinding roket pendorong. Gas yang terbakar langsung menembus sambungan dari luar, dan *Challenger* meledak hanya tujuh puluh tiga detik di dalam misinya. Seluruh anggota kru yang berjumlah tujuh orang terbunuh.

Studi kasus Carter Racing sangat berhasil. Sungguh mengerikan bagaimana para mahasiswa itu melakukan hal yang persis sama dengan apa yang dilakukan oleh para insinyur di telekonferensi yang memberi lampu hijau untuk peluncuran. Sang profesor telah membagikan pelajarannya dengan sangat terampil.

"Seperti kalian semua, tidak ada orang [di NASA atau Thiokol] yang meminta tujuh belas poin data di mana tidak ada masalah," jelasnya. "Tentu saja data itu ada, dan mereka telah berdiskusi seperti kita. Jika saya ada di situasi itu, mungkin saya akan berkata, 'Namun, di kelas biasanya guru memberi bahan-bahan yang seharusnya lengkap.' Namun, dalam rapat-rapat kelompok ketika seseorang yang membuat presentasi PowerPoint menghadirkan data di depan Anda, sering kali kita hanya menggunakan data yang dihadirkan kepada kita. Menurut saya, kita tidak pandai mengatakan, 'Apakah ini data yang kita inginkan untuk membuat keputusan yang perlu kita putuskan?'"

Ketua komisi yang menyelidiki kecelakaan *Challenger* menyimpulkan bahwa hanya dengan melibatkan data penerbangan yang sukses akan terungkap korelasi di antara kerusakan cincin karet bundar dengan suhu. Seorang profesor psikologi organisasi dari University of Chicago menulis bahwa data yang dilalaikan itu adalah kesalahan yang begitu mendasar yang berakar pada "suatu kelemahan profesional yang dimiliki oleh semua partisipan" di telekonferensi itu. "Argumen-argumen yang menentang peluncuran seharusnya dikuantifikasikan, tetapi itu tidak dilakukan." Para insinyur itu telah dididik dengan buruk, katanya menyatakan.

Buku *The Challenger Launch Decision* dari sosiolog Diane Vaughan kemudian dianggap oleh NASA sebagai kisah penyebab

yang pasti dari tragedi itu. "Yang lebih menakjubkan adalah pengamatan bahwa mereka *memiliki* data yang relevan," tulisnya. "Ada grafik-grafik yang tidak dibayangkan dan tidak dibuat [oleh beberapa insinyur Thiokol yang ingin menunda peluncuran] yang, jika dibuat, akan menyediakan data korelasi kuantitatif yang diperlukan untuk membela posisi mereka."

Para profesor bisnis di seluruh dunia telah mengajarkan kasus Carter Racing selama tiga puluh tahun karena ini menyediakan pelajaran yang mencolok tentang bahaya dari mencapai kesimpulan dari data yang tidak lengkap dan kecerobohan dari hanya mengandalkan data yang ada di depan Anda.

Dan sekarang, satu kejutan terakhir. Mereka semua salah. Keputusan *Challenger* bukanlah kegagalan analisis kuantifatif. Kesalahan NASA yang sesungguhnya justru adalah terlalu mengandalkan analisis kuantitatif.

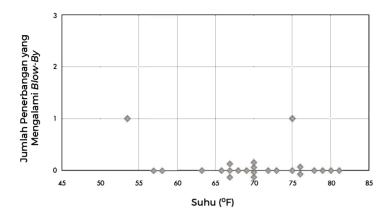
Sebelum mesin dinyalakan, cincin-cincin bundar *Challenger* bertengger terjepit di antara sambungan yang menghubungkan bagian-bagian vertikal dari roket. Saat mesin dinyalakan, gas yang terbakar menembak ke bawah roket pendorong. Dinding-dinding logam yang terhubung untuk membentuk suatu sambungan akan tertarik menjauh sepersekian detik, saat mana cincin karet bundar langsung mengembang untuk mengisi ruang dan membuat sambungan itu menjadi kedap. Jika cincin karet mendingin oleh suhu luar, karet mengeras dan tidak bisa mengembang dengan cepat. Semakin dingin cincin bundar, semakin lama sambungan tidak terbungkus secara kedap dan gas yang terbakar langsung menembus dinding roket. Meski begitu, biasanya suhu tidak menjadi persoalan; cincin-cincin bundar dilindungi oleh suatu pasta insulator khusus agar gas yang terbakar tidak membakarnya. Di tujuh belas penerbangan tanpa masalah pada cincin bundar—setara dengan tujuh belas lomba Carter Racing tanpa kegagalan mesin—pasta insulator itu bekerja dengan sempurna. Ketujuh belas penerbangan

itu sama sekali tidak memberi informasi tentang bagaimana cincin bundar bisa gagal, berapa pun suhunya, karena gas yang terbakar tidak bisa mencapai cincin bundar untuk menimbulkan masalah. Namun, terkadang terbentuk lubang-lubang kecil di pasta ketika sambungan itu dirakit. Pada tujuh penerbangan yang mengalami masalah karet bundar, gas yang terbakar mendesak masuk melalui lubang-lubang kecil di pasta pelindung dan mencapai cincin karet. Hanya tujuh poin data itu yang relevan dengan bagaimana cincin bundar bisa rusak atau gagal.

Dan pada tujuh penerbangan itu—tidak seperti retakan gasket di Carter Racing yang setiap kali selalu merupakan masalah yang sama—masalah cincin bundar sebenarnya muncul dalam dua jenis. Yang pertama: erosi. Pada lima penerbangan, gas yang terbakar dan menembak ke bawah saat mesin dinyalakan mengenai cincin bundar dan mengerosi permukaan karet. Ini bukan kondisi hidup atau mati. Masih ada cukup banyak karet yang dikandung oleh cincin bundar untuk melakukan tugasnya. Dan erosi itu sama sekali tidak ada hubungannya dengan suhu.

Jenis kedua: *blow-by*. Jika cincin karet tidak langsung mengembang untuk mengedapkan sambungan saat mesin dinyalakan, gas yang terbakar "terembuskan" dan berpotensi menembak langsung ke dinding roket. Ini adalah kondisi hidup dan mati, dan para insinyur kelak mengetahui bahwa kondisi ini diperparah secara dramatis ketika suhu yang dingin mengeraskan karet di cincin bundar. Dua penerbangan pra-*Challenger* mengalami *blow-by* ini, tetapi masih bisa pulang dengan selamat.

Para insinyur Thiokol yang menentang peluncuran di telekonferensi darurat pra-peluncuran, tidak benar-benar memiliki dua puluh empat poin data tentang kegagalan cincin bundar untuk mereka olah, seperti yang ditunjukkan pada studi kasus Carter Racing. Mereka bahkan tidak mempunyai tujuh poin data seperti para mahasiswa Harvard. Mereka hanya punya dua poin data.

Sekarang, apa yang dikatakan oleh grafik ini?

Ironisnya, Allan McDonald, yang saat itu adalah direktur proyek roket pendorong di Morton Thiokol, mengatakan kepada saya, "Hanya dengan melihat poin-poin data relevan yang mendukung posisi [pra-peluncuran] NASA bahwa itu tidak meyakinkan." Tidak ada 99,4% kepastian yang terlewatkan. Para insinyur itu tidak dididik dengan buruk.

Ada informasi penting lain yang dihadirkan oleh para insinyur Thiokol yang bisa membantu NASA mencegah bencana. Namun, itu bukan informasi kuantitatif, jadi para manajer NASA tidak menerimanya. Studi kasus Carter Racing mengajarkan bahwa jawaban tersedia, kalau saja para insinyur melihat angka-angka yang benar. Pada kenyataannya di situasi *Challenger*, angka-angka yang benar itu sama sekali tidak menyediakan jawaban. Keputusan *Challenger* benar-benar ambigu. Itu adalah sebuah masalah yang "culas", penuh dengan ketidakpastian, dan di luar pengalaman sebelumnya, di mana permintaan lebih banyak data justru menjadi masalah itu sendiri.

Telekonferensi darurat yang tersohor itu mengumpulkan tiga puluh empat insinyur—setiap manajer juga adalah seorang insinyur—di tiga lokasi. Insinyur Thiokol, Roger Boisjoly, secara pribadi telah memeriksa sambungan-sambungan setelah dua penerbangan

yang mengalami *blow-by* dan menghadirkan foto-foto dari kedua kejadian itu. Setelah penerbangan di 75°F, ia menemukan segaris tipis noda gosong di luar cincin bundar di sambungan akibat sejumput kecil gas yang telah terembuskan sebelum cincin bundar mengedapkan sambungan. Itu sangat jauh dari masalah yang berpotensi bencana. Setelah penerbangan di 53°F, ia menemukan noda semburan gosong yang menyebar seperti kipas di sebuah petak besar dari sambungan. Kali itu banyak gas yang sedang terbakar yang telah diembuskan. Menurut pendapat Boisjoly, alasan peluncuran 53°F tampak lebih parah adalah karena kondisi dingin telah mengeraskan cincin bundar dan menjadikan mereka lebih lambat untuk mengembang dan mengedapkan sambungan saat mesin dinyalakan. Dia benar, tetapi tidak mempunyai data untuk membuktikannya. "Saya diminta untuk menunjukkan kekhawatiran saya secara kuantitatif, dan saya berkata saya tidak bisa," kata Boisjoly memberi kesaksian di kemudian hari. "Saya tidak punya data untuk menguantifikasikannya, tetapi saya telah mengatakan saya tahu itu tidak bagus."

Berkat budaya teknik yang luar biasa kuat, NASA telah membuat "pengkajian ulang kesiapan penerbangan" yang sangat kuantitatif. Pengkajian ulang itu bersifat saling menentang secara produktif, seperti diskusi tim para peramal super. Para manajer mencecar para insinyur dan mendesak mereka untuk menghasilkan data guna mendukung pendapatnya. Proses itu telah bekerja dengan hebat. Pesawat ulang-alik antariksa adalah mesin paling kompleks yang pernah dibangun, dan dua puluh empat penerbangan telah kembali dengan selamat. Namun, pada telekonferensi darurat itu, budaya kuantitatif yang sama telah menyesatkan mereka.

Atas nasihat para insinyurnya, McDonald dan dua Wakil Presiden Thiokol yang ada dalam telekonferensi pada awalnya mendukung keputusan untuk tidak meluncurkan. *Challenger* telah disiapkan, jadi ini adalah jam kesebelas pada hitungan mundur. Ketika para pejabat NASA bertanya kepada para insinyur Thio-

kol tentang berapa kisaran suhu yang aman untuk penerbangan, mereka menganjurkan penetapan batas 53°F, batas terbawah dari pengalaman sebelumnya.

Manajer NASA, Larry Mulloy, tersentak. Seluruh pesawat itu seharusnya siap untuk diluncurkan dari 31–99°F. Batas 53°F yang ditetapkan di menit terakhir adalah sebuah kriteria teknis yang sangat baru untuk peluncuran. Itu belum pernah didiskusikan, tidak didukung oleh data kuantitatif, dan tiba-tiba berarti musim dingin adalah saat yang tidak diperbolehkan untuk penjelajahan luar angkasa. Mulloy frustrasi; kelak ia menyebutnya "tindakan bodoh".

Bagaimana para insinyur bisa tiba pada angka itu? "Mereka bilang karena mereka pernah terbang pada 53°F," kata seorang manajer NASA merenungkan, "dan itu bukan alasan bagi saya. Itu lebih mirip tradisi daripada teknologi." Boisjoly kembali dimintai data untuk mendukung klaimnya, "dan saya bilang saya tidak punya data lain selain apa yang sudah saya hadirkan."

Telekonferensi mengalami jalan buntu, seorang Wakil Presiden Thiokol meminta waktu lima menit, selama mana Thiokol menyimpulkan bahwa mereka tidak mempunyai lebih banyak data untuk dihadirkan. Setengah jam kemudian mereka kembali ke telekonferensi dengan keputusan baru: melanjutkan peluncuran. Dokumen resmi mereka tertulis, "data suhu tidak konklusif dalam meramalkan terembusnya cincin bundar utama."

Ketika kelak peserta telekonferensi darurat dari NASA dan Thiokol bicara dengan para penyelidik dan memberi wawancara, berulang kali mereka mengangkat apa yang seseorang sebut sebagai "posisi teknis yang lemah". Pernyataan mereka adalah pengulangan dari "Tidak mampu menguantifikasi"; "data pendukungnya subjektif"; "belum melakukan pekerjaan teknis yang baik"; "tidak memiliki data yang cukup konklusif." Bagaimanapun NASA adalah agensi yang menggantung sebuah kutipan yang dibingkai di Mission Evaluation Room: "*In God We Trust, All Others Bring Data*" ("Kami Percaya kepada Tuhan, Selebihnya Beri Kami Data").

"Kekhawatiran para insinyur itu sebagian besar hanya didasarkan pada beberapa foto yang mereka ambil dari sambungan yang telah mereka lepas, yang mengandung noda gosong yang terperangkap di sana," kata McDonald kepada saya. "Yang satu di suhu dingin dan yang satunya lagi di suhu agak hangat. Roger Boisjoly pikir perbedaan itu jelas mengatakan sesuatu, tetapi itu adalah penilaian kualitatif." Mulloy dari NASA kelak mengatakan bahwa ia "akan merasa seperti telanjang" untuk membawa argumen Thiokol kepada atasannya. Tanpa data kuantitatif yang kukuh, "Saya tidak bisa mempertahankannya."

Alat yang telah membantu NASA sukses secara konsisten, apa yang Diane Vaughan sebut "budaya teknis orisinal" di dalam DNA agensi, tiba-tiba bekerja dengan buruk dalam situasi di mana tidak ada jenis data yang sudah mereka kenal. Alasan tidak adanya angka tidaklah bisa diterima. Di hadapan tantangan yang asing, para manajer NASA gagal untuk mengesampingkan alat-alat yang sudah dikenalnya.

Karl Weick—psikolog dan pakar perilaku organisasi—melihat sesuatu yang tidak biasa di kematian para penerjun pemadam kebakaran dan petugas pemadaman kebakaran di darat yang sedang memadamkan kebakaran hutan: mereka tetap memegangi peralatannya, bahkan jika dengan menjatuhkan peralatan itu mereka akan bisa lari menjauh dari api yang mendekat. Bagi Weick, itu melambangkan sesuatu yang lebih besar.

Pada kebakaran Mann Gulch di Montana pada 1949, yang ditenarkan oleh buku *Young Men dan Fire* karya Norman Maclean, para penerjun melompat turun dengan perkiraan akan menghadapi "kebakaran jam sepuluh", artinya mereka sudah akan mengepung kebakaran itu pada jam 10 pagi berikutnya. Itu rencana mereka, sampai api melompat menyeberangi lembah dari satu turunan bukit yang lebat ke turunan yang curam di mana para pemadam

kebakaran berada dan mengejar mereka mendaki bukit melewati rumput kering dengan kecepatan hampir empat meter per detik. Kepala regu, Wagner Dodge, berteriak kepada anggotanya agar membuang peralatannya. Dua orang segera melakukannya dan lari menyelamatkan diri ke puncak bukit. Yang lain berlari bersama peralatannya dan terkejar api. Satu orang berhenti berlari untuk duduk, kelelahan, tanpa pernah melepas tas punggungnya yang berat. Tiga belas petugas pemadam meninggal dunia. Tragedi Mann Gulch menjurus ke reformasi pelatihan keamanan, tetapi para pemadam kebakaran hutan terus-menerus kalah berlomba dengan api ketika mereka tidak melepaskan peralatannya.

Pada 1994, di Storm King Mountain Colorado, para petugas pemadam kebakaran serta para penerjunnya menghadapi situasi seperti Mann Gulch ketika api melompati lembah dan meletup melalui sederet pohon *oak* di bawahnya. Suara di lembah terdengar "seperti pesawat jet yang sedang lepas landas," kata seorang penyintas. Empat belas pria dan wanita kalah berlomba dengan dinding api. "[Para korban] masih mengenakan tas punggungnya," tulis sebuah analisis dari operasi pemulihan jenazah. "Korban masih memegang mesin gergaji di tangannya." Ia hanya sekitar 80 meter dari zona aman. Quentin Rhoades—seorang penyintas telah lari tiga ratus meter mendaki bukit, "lalu menyadari bahwa saya masih memanggul mesin gergaji! Dengan tidak rasional, saya mulai mencari tempat yang aman untuk meletakkannya agar tidak terbakar .... Saya ingat saya berpikir, saya tidak bisa percaya bahwa saya meninggalkan mesin gergaji saya." Dua analisis terpisah yang dilakukan untuk U.S. Forest Service dan Bureau of Land Management menyimpulkan bahwa regu itu akan berhasil selamat jika sejak awal mereka menjatuhkan alat-alatnya dan berlari.

Di empat kebakaran yang terpisah pada 1990-an, dua puluh tiga petugas elite pemadam kebakaran hutan menolak untuk menjatuhkan peralatannya dan meninggal di samping peralatannya. Bahkan ketika Rhoades akhirnya menjatuhkan mesin gergajinya, ia merasa sedang

melakukan sesuatu yang tidak alami. Weick menemukan fenomena yang sama pada pelaut Angkatan Laut yang mengacuhkan perintah untuk melepas sepatu berujung bajanya ketika meninggalkan kapal yang akan membuatnya tenggelam atau melubangi rakit penyelamat; pilot pesawat tempur di pesawat yang mengalami kerusakan menolak perintah untuk melontarkan diri; dan Karl Wallenda, seorang pemanggung yang berjalan di atas kawat yang tersohor di dunia, jatuh dari ketinggian 40 meter menuju kematian ketika ia oleng dan terlebih dulu meraih tongkat keseimbangannya alih-alih kawat yang ada di bawahnya. Sejenak tongkat keseimbangannya lepas lalu ia meraihnya lagi di udara. "Melepaskan peralatan seseorang adalah perlambang dari melepas pembelajaran lama, dari adaptasi, dari kelenturan," tulis Weick. "Ketidaksediaan orang untuk melepaskan peralatannyalah yang mengubah beberapa drama ini menjadi tragedi." Baginya, para pemadam kebakaran adalah sebuah contoh dan perlambang untuk apa yang telah ia pahami ketika mempelajari organisasi yang biasanya bisa diandalkan yang bertahan pada metode yang telah dipercayainya, bahkan ketika metode lama itu menjurus ke keputusan yang membingungkan.

Alih-alih beradaptasi ke situasi yang asing, apakah itu kecelakaan pesawat atau tragedi kebakaran, Weick melihat bahwa kelompok yang telah berpengalaman malah menjadi kaku di bawah tekanan dan "mundur ke apa yang paling mereka kenal." Mereka berperilaku seperti landak kolektif, menjejalkan situasi asing ke dalam zona nyaman yang telah dikenalnya, seakan-akan itu akan mengubah situasi asing menjadi sesuatu yang telah mereka alami sebelumnya. Bagi para penerjun pemadam kebakaran, peralatan mereka adalah apa yang paling mereka kenal. "Peralatan pemadam kebakaran merumuskan keanggotaan kelompok pemadam kebakaran, peralatan itulah yang membuat mereka ditugaskan," tulis Weick. "Mengingat peran utama peralatan dalam merumuskan esensi dari seorang pemadam kebakaran, tidaklah mengejutkan bahwa menjatuhkan peralatan akan menciptakan krisis eksistensi."

Seperti yang dikatakan dengan tepat oleh Maclean, "Ketika seorang pemadam kebakaran diberitahu untuk menjatuhkan peralatannya, ia diberitahu untuk melupakan bahwa ia adalah seorang pemadam kebakaran."

Weick menjelaskan bahwa pemadam kebakaran hutan memiliki budaya "bisa melakukan" yang kuat, dan meninggalkan peralatannya bukanlah bagian dari budaya itu, karena itu berarti mereka telah kehilangan kendali. Mesin gergaji Quentin Rhoades adalah bagian dari diri pemadam kebakarannya sendiri yang bahkan tidak ia sadari masih ia bawa ketika berlari, sama seperti ia tidak secara sadar membawa lengannya sendiri. Ketika menjadi sangat konyol untuk terus membawa mesin gergajinya, ia masih "tidak bisa percaya" bahwa ia memisahkan diri darinya. Ia merasa telanjang, seperti yang Larry Mulloy katakan jika ia tidak mempunyai data kuantitatif untuk membatalkan peluncuran *Challenger* di menit terakhir. Di NASA, menerima argumen kualitatif seperti diberitahu untuk melupakan bahwa Anda adalah seorang insinyur.

Ketika sosiolog Diane Vaughan mewawancarai para insinyur NASA dan Thiokol yang telah mengerjakan roket pendorong, ia menemukan bahwa budaya "bisa melakukan" mereka terwujud sebagai kepercayaan bahwa segala sesuatu akan baik-baik saja karena "kita sudah mengikuti setiap prosedur"; karena "proses [pengkajian ulang kesiapan penerbangan] adalah proses yang agresif dan melibatkan diskusi yang saling menentang"; karena "kami bertindak sesuai buku". Peralatan NASA adalah prosedur yang sudah mereka kenal. Sebelumnya, semua aturan itu berhasil. Namun, bersama *Challenger*, mereka berada di luar batas yang biasa, di mana "bisa melakukan" seharusnya ditukar dengan apa yang disebut oleh Weick sebagai budaya "membuat bisa melakukan". Mereka perlu berimprovisasi alih-alih membuang informasi yang tidak cocok dengan prosedur yang telah ada.

Dalam budaya NASA, argumen Roger Boisjoly yang tidak bisa dikuantifikasikan bahwa cuaca dingin "jauh dari bagus" dianggap

sebuah argumen emosional. Itu didasarkan pada interpretasi dari sebuah foto. Itu tidak memenuhi standar kuantitatif yang biasa, jadi itu adalah bukti yang tidak bisa diterima dan karenanya disepelekan. Vaughan mengamati, sikap "bisa melakukan" di dalam kelompok roket pendorong "didasarkan pada kepatuhan tradisional pada prosedur standar." Setelah tragedi, baru diketahui bahwa insinyur lain di telekonferensi darurat itu setuju dengan Boisjoly, tetapi mereka tahu tidak bisa menyetujui argumen kualitatif, jadi mereka tetap diam. Diamnya mereka dianggap sebagai persetujuan untuk meluncurkan. Seperti yang kelak dikatakan oleh salah seorang insinyur yang berada di telekonferensi darurat itu, "Jika saya merasa tidak mempunyai data yang mendukung, maka pendapat atasan lebih baik daripada pendapat saya."

Menjatuhkan peralatan yang sudah dikenal akan sangat sulit bagi profesional berpengalaman yang mengandalkan apa yang disebut oleh Weick sebagai perilaku yang telah dipelajari secara berlebihan. Artinya, mereka telah melakukan hal yang sama dalam merespons tantangan yang sama, berulang-ulang sampai perilaku itu telah menjadi begitu otomatis sehingga mereka tidak lagi mengenalinya sebagai sebuah alat yang spesifik untuk suatu jenis situasi. Riset pada kecelakaan pesawat udara, misalnya, menemukan bahwa "pola yang umum adalah keputusan kru untuk melanjutkan dengan rencana orisinal" bahkan ketika kondisi-kondisi berubah secara dramatis.

Ketika Weick bicara dengan pemadam kebakaran Paul Gleason—salah satu pemadam kebakaran hutan terbaik di dunia—Gleason mengatakan kepadanya bahwa ia lebih memilih untuk memandang kepemimpinan regunya bukan sebagai pembuat keputusan, tetapi sebagai pembuat akal sehat. "Jika saya membuat keputusan, itu menjadi kepemilikan, saya membanggakannya, saya cenderung mempertahankannya dan tidak mendengarkan pihak yang mempertanyakannya," kata Gleason menjelaskan. "Jika saya membuat akal sehat, ini lebih dinamis, saya bisa mendengarkan dan mengubahnya." Ia memberlakukan apa yang disebut oleh Weick sebagai

"isyarat naluri yang dipegang dengan ringan." Gleason memberi arahan yang tegas kepada regunya, tetapi dengan alasan yang transparan dan dengan penjelasan tambahan bahwa rencananya bisa diperbaiki ketika tim secara kolektif memahami api secara masuk akal.

Pada malam telekonferensi darurat *Challenger* itu, mengikuti prosedur di hadapan ketidakpastian dianggap begitu penting sehingga Mulloy dari NASA meminta Thiokol untuk menulis rekomendasi akhir mereka untuk menyetujui peluncuran di atas kertas dan menandatanganinya. Sebelumnya, persetujuan ini dilakukan secara lisan. Allan McDonald dari Thiokol berada di ruangan bersama Mulloy, dan menolak. Salah satu bos McDonald di Utah menandatangani dan mengirim dokumen itu melalui faksimile. Bahkan Mulloy, yang menuntut data, pasti merasa gelisah dengan keputusan itu, tetapi di saat yang sama merasa terlindungi oleh alat utama NASA—proses yang telah dikeramatkan. Proses itu bertitik puncak pada kepedulian yang lebih besar atas kesanggupan untuk membela sebuah keputusan alih-alih menggunakan semua informasi yang tersedia untuk membuat keputusan yang benar. Seperti pemadam kebakaran, para manajer NASA telah membaur dengan peralatannya. Seperti yang dikatakan oleh McDonald, dengan hanya melihat data kuantitatif sebenarnya mendukung pendapat NASA bahwa tidak ada kaitan antara suhu dan kegagalan. Standar kuantitatif normal NASA adalah alat yang dipegang kuat-kuat, tetapi alat yang salah untuk tugas itu. Malam itu, seharusnya peralatan itu dijatuhkan.

Sekarang, ini mudah untuk dikatakan. Sekelompok manajer yang terbiasa dengan informasi teknis kuantitatif tidak memilikinya; para insinyur merasa mereka tidak boleh bicara tanpa informasi itu. Puluhan tahun kemudian, seorang astronaut yang terbang dengan pesawat antariksa, sebelum dan sesudah *Challenger,* lalu menjadi kepala kepastian keamanan dan misi NASA menceritakan apa arti plakat "Kami Percaya kepada Tuhan, Selebihnya Beri Kami Data" baginya: "Tertulis dalam kalimat itu, 'Kami tidak tertarik pada

pendapat Anda tentang segalanya. Jika Anda punya data, kami akan mendengarkan, tetapi pendapat Anda tidak diminta.'"

Fisikawan dan calon pemenang penghargaan Nobel, Richard Feynman, adalah salah satu anggota komisi yang menyelidiki *Challenger,* dan dalam salah satu dengar pendapat ia menegur seorang manajer NASA karena mengulang bahwa data Boisjoly tidak membuktikan maksudnya. "Ketika Anda tidak punya data," kata Feynman, "Anda harus menggunakan akal."

Menurut rumusannya, ini adalah situasi yang "culas". Pemadam kebakaran hutan dan insinyur pesawat antariksa tidak memiliki kebebasan berlatih untuk saat-saat yang paling menantang melalui percobaan dan kesalahan. Menurut Weick, sebuah tim atau organisasi yang bisa diandalkan sekaligus fleksibel itu seperti sebuah kelompok jaz. Ada hal-hal dasar—tangga nada dan nada harmoni—yang harus dipelajari secara berlebihan oleh setiap anggota, tetapi semua itu hanyalah alat untuk membuat keputusan akal sehat di lingkungan yang dinamis. Tidak ada alat yang tidak bisa dijatuhkan, dipikir ulang, atau dialih guna dalam menjalani tantangan yang tidak biasa. Bahkan peralatan yang paling keramat sekali pun. Bahkan peralatan yang begitu terbiasa digunakan sehingga mereka menjadi tidak kasatmata. Tentu saja, itu lebih mudah untuk diucapkan daripada dilaksanakan. Terutama ketika alat itu adalah inti dari budaya organisasi.

Seperti yang dijelaskan oleh Kapten Tony Lesmes, timnya di Bagram Air Base di timur laut Afghanistan hanya pergi bekerja ketika seseorang benar-benar sedang malang. Lesmes mengepalai sebuah tim penerjun penyelamat Air Force, disingkat PJ dari Pararescue Jumper, sebuah divisi dari Special Operations yang dirancang untuk melakukan misi penyelamatan, misalnya terjun ke wilayah musuh di malam hari untuk menyelamatkan pilot yang tertembak jatuh. Seorang PJ adalah persilangan dari tentara, paramedis, penyelam

penyelamat, pemadam kebakaran, spesialis penyelamatan di gunung, dan penerjun. Lencana mereka menggambarkan malaikat dengan lengan-lengan yang merangkul dunia dan kata-kata "Agar Orang Lain Bisa Hidup".

Tidak ada hari yang biasa bagi PJ di Bagram. Suatu hari mereka menuruni gunung dengan tali untuk menyelamatkan seorang tentara yang jatuh ke sumur yang tidak bertanda. Di hari lainnya, mereka bergegas mengobati para marinir yang terluka dalam tembak-menembak. PJ bisa menemani unit-unit yang sedang menjalani misi, tetapi di sebagian besar waktu mereka bersiaga 24 jam, menunggu "9 baris", sebuah formulir berisi sembilan baris yang memberi informasi dasar tentang suatu kedaruratan yang sedang terjadi. Seperti sebuah formulir yang datang pada suatu hari musim gugur pada 2009. Itu termasuk kategori cedera traumatik alfa. Dalam hitungan menit, tim sudah akan mengudara.

Tidak ada intel, dan kalaupun ada, jaraknya saling berjauhan. Sebuah bom di tepi jalan telah meledak di tengah-tengah konvoi kendaraan bersenjata Angkatan Darat. Tempat kejadian sekitar setengah jam jauhnya dengan helikopter. Ada cedera serius, tetapi tidak jelas berapa banyak dan seberapa serius serta apakah bom itu adalah bagian dari perangkap pencarian dan penyelamatan, di mana musuh berbaring di tengah area serangan menunggu tim penyelamat.

Para PJ sudah terbiasa bekerja dengan informasi yang samar, tetapi bahkan bagi mereka, ini adalah situasi yang ambigu. Lesmes tahu mereka harus membawa peralatan yang berat, seperti penjepit besar dan gergaji berujung berlian, karena "kita tidak bisa begitu saja melubangi kendaraan bersenjata seperti melubangi pintu mobil," katanya kepada saya. Peralatan yang berat adalah rintangan, terutama di ketinggian gunung. Jika helikopter menjadi terlalu berat, mereka tidak akan bisa terbang tinggi. Keterbatasan bahan bakar juga merupakan tantangan. Ruang adalah tantangan yang lebih besar lagi. Setiap PJ membawa bekal peralatannya sendiri, dan dua

helikopter yang ada memiliki ruang yang hanya sebesar ruang mobil van besar. Mereka tidak tahu berapa banyak tentara yang terluka cukup parah sehingga perlu di evakuasi dan berapa banyak ruang yang akan dibutuhkan untuk mereka.

Lesmes hanya mengetahui satu hal dengan pasti: ia ingin memastikan mereka menyediakan cukup ruang bagi calon pasien sehingga mereka hanya perlu satu kali mendatangi area pengeboman. Akan diperlukan waktu tambahan untuk mengobati dan mengangkut tentara yang luka parah. Semakin lama mereka berada di area pengeboman, semakin operasi mereka akan menarik perhatian musuh. Tim penyelamat bisa menjadi tim yang akhirnya perlu diselamatkan.

Ia berusia dua puluh tujuh tahun, dan tahun sebelumnya telah memimpin tim penyelamat korban badai di negara bagian AS. Afghanistan adalah penempatan pertamanya di luar negeri, dan ia memimpin tim yang anggotanya berusia lebih tua darinya yang mempunyai banyak pengalaman penempatan di luar negeri. Seperti biasa, Lesmes membawa dua anggota tim ke pusat operasi untuk mendapat informasi dan membantunya memahami situasi. "Terkadang orang lain bisa mengajukan pertanyaan yang sangat bagus yang tidak terpikirkan oleh saya," katanya kepada saya. "Dan kami ingin membagi sebanyak mungkin informasi, tetapi waktunya tidak banyak." Namun, sebenarnya ada intel kecil tambahan. "Di Hollywood, sebuah *drone* melayang di atas suatu tempat dan kita mendapatkan semua informasi," kata Lesmes kepada saya. "Namun, itu Hollywood."

Ia berjalan keluar ke arah helikopter, di mana tim sudah mengenakan semua perlengkapan perangnya. Situasi itu tidak cocok dengan proses keputusan yang biasa; ia mengajukan tantangan dan bertanya kepada tim: Bagaimana kita akan menyelesaikan hal ini?

Geser-geserkan saja peralatan untuk menjejalkan lebih banyak barang ke helikopter, usul salah satu anggota tim. Yang lain mengatakan mereka bisa meninggalkan beberapa PJ bersama pasukan konvoi jika membutuhkan tambahan ruang bagi pasien di helikopter.

Satu orang menganjurkan mereka mengevakuasi pasien yang paling parah, dan jika diperlukan perjalanan kedua, pindahkan konvoi dari area ledakan dan temui mereka di tempat lain yang tidak terlalu mencolok. Namun, bom telah meledak di tengah-tengah barisan kendaran, di wilayah yang sulit. Lesmes bahkan tidak mengetahui apakah konvoi itu bisa bergerak.

"Kami tidak menemukan jalan keluar nyata yang bisa menguntungkan kami. Saya ingin memanfaatkan kecepatan dan kemampuan untuk melonggarkan beban dan ruang untuk tentara yang terluka," katanya kepada saya. "Jarak, kerangka waktu, rintangan, dan ketidaktahuan tentang musuh, semuanya menumpuk. Saya mulai merasa bahwa kami tidak mempunyai peluang sukses di skenario yang terburuk. Tidak ada pola yang bisa dikenali, itu benar-benar di luar pola normal." Dengan kata lain, ia tidak memiliki intel yang pasti yang ingin ia miliki. Berdasarkan informasi yang ia miliki, Lesmes menebak akan ada lebih dari tiga cedera serius tetapi kurang dari lima belas pasien. Sebuah gagasan mulai membentuk, gagasan yang bisa menghemat lebih banyak ruang bagi calon pasien. Ia bisa menyingkirkan satu alat yang tidak pernah ia jatuhkan di situasi ini: dirinya sendiri.

Lesmes belum pernah tidak menyertai timnya di kecelakaan massal kategori alfa. Ia adalah pengarah di tempat kejadian. Perannya adalah memelihara suatu pandangan yang lebar dari situasi, sementara para PJ "menunduk" bekerja untuk menyelamatkan pasien atau anggota tubuh mereka. Ia membantu mengamankan tempat kejadian; berkomunikasi dengan orang-orangnya, markas, dan pilot helikopter yang berputar-putar menunggu untuk mengangkat pasien dan pergi; ia mengabarkan pesawat untuk memberi dukungan jika terjadi tembak-menembak; ia berkoordinasi dengan para perwira lain di area, sering kali dari cabang militer lain. Kekacauan emosional adalah sebuah kepastian di suatu area ledakan. Para tentara memperhatikan teman-teman timnya yang terguncang dan dalam bahaya karena pendarahan sedang mengisap

permen loli fentanil. Mereka sangat ingin menolong, tetapi juga harus dipindahkan. Area pengeboman harus diatur. Kali ini, selama tentara yang cedera tidak lebih banyak dari perkiraannya, Lesmes tahu bahwa anggota tim seniornya bisa mengatur kepemimpinan di darat sambil memberi bantuan medis. Lesmes bisa membantu menyiapkan rumah sakit lapangan untuk kedatangan pasien dan mengatur penjemputan helikopter dari pusat operasi, melakukan penyesuaian saat ia mendengarkan teman-temannya di darat melalui radio. Itu adalah suatu pertukaran, tetapi sebenarnya setiap pilihan adalah suatu pertukaran.

Lesmes menemui tim dengan "hipotesisnya"—isyarat nalurinya digenggam dengan ringan. "Saya ingin mereka membuktikan sebaliknya," katanya kepada saya. Ia memberitahu bahwa ia berencana tinggal di markas untuk menghemat ruang bagi peralatan dan pasien. Baling-baling helikopter memutar semakin cepat, waktu terus berjalan di saat yang disebut waktu emas, periode waktu yang kritis untuk menyelamatkan tentara yang terluka parah. Ia meminta timnya bicara dengan cepat, dan ia akan mempertimbangkan segala sesuatu yang mereka katakan. Beberapa orang diam. Beberapa menolak. Kebersamaan adalah alat dasar mereka, mereka tidak tahu bahwa alat dasar itu bisa dilepaskan sampai seseorang mengatakannya. Salah seorang berkata dengan datar bahwa tugas dari pemimpin adalah ikut serta dan bahwa ia harus melakukan tugasnya. Yang lain menjadi marah. Yang ketiga dengan refleks mengatakan bahwa Lesmes takut. Ia memberitahu Lesmes bahwa jika waktunya sudah tiba untuk berpulang, maka itu akan tetap terjadi, jadi mereka harus melakukan apa yang selama ini telah mereka lakukan. Lesmes *memang* takut, tetapi bukan takut kehilangan nyawanya. "Jika terjadi sesuatu yang buruk dan pemimpin tidak ada di sana," katanya kepada saya, "bayangkan bagaimana saya harus menjelaskannya kepada sepuluh keluarga."

Saya sedang duduk bersamanya di World War II Memorial di Washington, D.C. ketika ia mengatakan itu. Ia tegar, lalu mulai

menangis. "Seluruh satuan tugas itu dibangun di atas pelatihan itu, di atas apa yang sudah dikenal, dan di atas kekompakan itu," katanya. "Saya sungguh mengerti mengapa beberapa orang menjadi kesal. Itu melanggar prosedur operasi kami. Maksud saya, penilaian saya dipertanyakan. Namun, jika saya pergi, mungkin kami harus dua kali pergi ke tempat kejadian." Penolakan yang ia terima adalah penolakan emosional dan filosofis, bukan taktikal. Sebelumnya mereka telah mengubah pendapatnya tentang suatu rencana, tetapi tidak kali ini. Ia akan tinggal, dan tiba waktunya bagi mereka untuk pergi. Helikopter menderung ke udara saat Lesmes kembali ke pusat operasi. "Saya bergumul keras," katanya. "Saya bisa melihat apa yang sedang terjadi, dan jika terjadi sesuatu yang buruk, saya benar-benar bisa melihat helikopter penyelamat jatuh."

Untungnya, misi penyelamatan itu sukses. Para PJ mengobati mereka yang terluka di area ledakan dan tujuh tentara yang terluka dimuat ke helikopter. Mereka ditumpuk seperti sarden. Beberapa orang perlu diamputasi di rumah sakit lapangan, tetapi semuanya tetap hidup.

Ketika operasi sudah berlalu, anggota senior tim mengakui bahwa itu tindakan yang tepat. PJ lainnya tidak membahasnya selama berbulan-bulan, lalu hanya mengatakan bahwa ia terkejut bahwa Lesmes begitu percaya pada mereka. Tentara yang marah pada awalnya tetap marah untuk beberapa waktu. PJ Bagram lain yang bicara dengan saya berkata, "Jika berada di posisi itu, saya pasti akan berkata, 'Ya, kita semua berangkat.' Itu pasti sangat berat."

"Saya tidak tahu," kata Lesmes kepada saya. "Terkadang, saya masih bergumul dengan keputusan itu. Bisa saja terjadi sesuatu yang buruk dan itu akan menjadi keputusan yang buruk. Mungkin itu sekadar keberuntungan. Tidak satu pun pilihan yang ada saat itu tampak optimal."

Saat kami menyelesaikan perbincangan, saya menyebut studi Weick tentang pemadam kebakaran yang terus memegangi peralatannya. Di bawah tekanan, kata Weick menjelaskan, profesional

yang berpengalaman mundur ke apa yang paling mereka kenal. Saya mengatakan kepada Lesmes bahwa mungkin anggota timnya hanya bereaksi secara emosional, dengan refleks untuk apa yang sudah biasa. Pasti ada saat ketika alat yang paling keramat dari kebersamaan harus ditinggalkan, bukan? "Ya, mmm-hmm." Ia mengangguk setuju. Tentu saja, mudah bagi saya untuk mengatakannya. Ia berhenti sejenak. "Ya," katanya, "tetapi segala sesuatu telah dibangun di atas kebersamaan itu."

Para manajer *Challenger* telah melakukan kesalahan kepatuhan tradisional terhadap prosedur standar. Mereka terpaku pada alat-alat yang biasa saat menghadapi tantangan yang tidak biasa. Kapten Lesmes telah melepaskan alatnya yang keramat, dan itu berhasil. Sekali emosi mereda, beberapa anggota timnya mengakui bahwa itu adalah keputusan yang benar. Beberapa lainnya tidak pernah mengakuinya. Mengisahkannya kembali saja sudah membuat Lesmes menangis. Itu bukan akhir ala dongeng dari sebuah keputusan yang baik. Jika NASA menunda peluncuran, Allan McDonald mengatakan kepada saya bahwa para insinyur yang mendesak untuk membatalkan bisa dituduh sebagai pengecut. Dan pengecut tidak dihargai di bisnis antariksa. Seperti yang pernah diartikulasikan oleh insinyur NASA, Mary Shafer, "Bersiteguh guna keamanan yang sempurna adalah untuk orang-orang yang tidak punya nyali bagi hidup di dunia nyata." Tidaklah mengherankan bahwa organisasi-organisasi mengalami kesulitan untuk menumbuhkan pakar yang mahir dengan peralatannya sekaligus siap untuk melepaskannya. Namun, ada satu strategi organisasional yang bisa membantu. Strategi itu, yang mungkin terdengar aneh, adalah mengirim pesan gado-gado, pesan yang campur aduk.

"Kekompakan" adalah sebuah istilah ilmu sosial untuk "kecocokan" budaya di antara unsur-unsur suatu lembaga—nilai, tujuan, visi, konsep diri, dan gaya kepemimpinan. Sejak 1980-an, kekom-

pakan telah menjadi pilar dari teori organisasional. Suatu budaya yang efektif adalah yang konsisten dan kuat. Ketika semua sinyal dengan jelas menunjuk ke arah yang sama, itu akan memajukan konsistensi yang akan menguatkan dirinya sendiri dan orang-orang menyukai konsistensi.

Banyak profil dari bisnis perorangan ditulis untuk mendukung kekompakan. Namun, di kajian pertama yang secara sistematis memeriksa beragam organisasi di seluruh industri, para periset yang mempelajari kekompakan budaya pada 334 lembaga pendidikan tinggi menemukan bahwa kekompakan budaya itu sama sekali tidak berpengaruh pada kesuksesan organisasi menurut ukuran apa pun. Para administrator, kepala bagian, dan dewan di lembaga yang sangat kompak memang lebih mudah dalam mengelompokkan budaya ketika ditanya, tetapi sama sekali tidak ada pengaruhnya pada segala macam kinerja, mulai dari perkembangan akademik dan karier mahasiswa sampai keluasan dosen dan kesehatan keuangan sekolah. Para periset yang melakukan penelitian itu melanjutkan dengan mengkaji ribuan bisnis. Mereka menemukan bahwa pemimpin dan organisasi yang paling efektif ternyata memiliki keragaman; jadi pada dasarnya mereka itu paradoksikal. Mereka bisa menuntut sekaligus mengasuh, sistematis sekaligus kreatif, bahkan hierarkis sekaligus individualistis. Kelihatannya, sejumput ambiguitas tidaklah berbahaya. Dalam pembuatan keputusan, ini malah bisa meluaskan kotak peralatan organisasi dengan cara yang unik dan berharga.

Philip Tetlock dan Barbara Mellers telah menunjukkan bahwa pemikir yang bisa menerima ambiguitas akan menjadi peramal terbaik; salah satu mantan mahasiswa pascasarjana Tetlock, profesor University of Texas, Shefali Patil, meluncurkan sebuah proyek bersama mereka untuk menunjukkan bahwa budaya dapat dibangun dalam suatu bentuk ambiguitas yang memaksa para pembuat keputusan untuk menggunakan lebih dari satu alat serta untuk menjadi lebih fleksibel dan mau belajar.

Dalam salah satu eksperimen, subjek kajian memainkan peran sebagai manajer sumber daya manusia perusahaan yang harus meramalkan kinerja pelamar kerja. Seperti Mulloy dari NASA, para manajer itu diberi suatu proses evaluasi standar yang menunjukkan bagaimana keterampilan pelamar biasanya ditimbang, dan diberitahu bahwa mereka akan dinilai (dan dibayar) berdasarkan cara mereka membuat keputusan. Dalam suatu simulasi kehidupan nyata, setelah setiap prediksi, mereka bisa melihat bagaimana kinerja pelamar yang sesungguhnya berdasarkan catatan perusahaan. Pada beberapa lamaran kerja, pelamar ternyata kelak berkinerja seperti yang telah diprediksi oleh proses penilaian standar; beberapa lainnya sangat jauh dari prediksi. Meskipun begitu, para manajer berulang-ulang mengikuti prosedur standar terlepas dari apa yang dikatakan oleh hasil prediksinya, bahkan ketika sudah jelas bahwa prediksinya tidak berhasil, dan bahkan ketika dengan mudah mereka bisa menemukan sebuah sistem yang lebih baik. Mereka gagal untuk belajar bersama pengalaman. Sampai ditambahkan sesuatu yang lain. Para manajer yang mematuhi proses standar itu diberi hasil riset *Harvard Business Review* palsu yang menyatakan bahwa kelompok yang sukses akan memprioritaskan kemandirian dan ketidaksetujuan. Dengan ajaib, pikiran mereka membuka dan mereka mulai belajar. Mereka mulai melihat kapan proses evaluasi standar jelas perlu diubah atau dibuang. Mereka belajar bersama pengalaman, dan prediksi mereka menjadi lebih akurat. Para manajer mendapat manfaat dari *ketidakpatuhan.* Dalam pembuatan keputusan, aturan-aturan di proses yang resmi—yang dipatuhi secara tradisional—dari perusahaan diimbangi dengan budaya wewenang perorangan yang tak resmi dan dengan ketidaksetujuan terhadap cara yang biasa dalam melakukan sesuatu.

Ketidakpatuhan juga bekerja di arah lain. Para manajer sumber daya manusia yang diberi proses evaluasi standar, tetapi diberitahu bahwa yang penting hanyalah keakuratan dari prediksinya, akan mulai menyingkirkan proses standar dan membuat aturannya sendi-

ri. Ketika proses standar sudah berhasil, mereka malah tidak pernah belajar. Pada kasus itu, "obatnya" adalah hasil riset *Harvard Business Review* palsu lainnya yang menunjukkan bahwa kelompok yang sukses memprioritaskan kekompakan, kesetiaan, dan menemukan kesamaan pijakan. Sekali lagi, para manajer sumber daya manusia itu menjadi mesin pembelajar; mereka tiba-tiba menarik kembali proses standar tradisional ketika proses itu memang berharga, tetapi tetap siap untuk melakukan penyimpangan ketika proses tradisional itu tidak berhasil, seperti yang seharusnya dilakukan oleh para manajer NASA.

Mahasiswa sekolah bisnis pada umumnya diajar untuk percaya pada model kepatuhan dan kekompakan, bahwa seorang manajer yang baik selalu bisa menyelaraskan setiap unsur pekerjaan ke suatu budaya di mana semua pengaruh sama-sama saling menguatkan—apakah ke arah kekompakan atau perorangan. Namun, budaya-budaya organisasi memang bisa menjadi terlalu konsisten secara internal. Dengan adanya ketidakkompakan, "Anda membangun pengecekan silang," kata Tetlock kepada saya.

Berbagai eksperimen telah menunjukkan bahwa budaya pemecahan masalah yang efektif adalah budaya yang memiliki standar praktik yang seimbang—apa pun praktik yang seimbang itu—dengan daya-daya yang mendorong ke arah yang berlawanan. Jika para manajer terbiasa dengan proses kepatuhan tradisional, mendorong individualisme akan membantu mereka memberlakukan "pemikiran dua sisi", belajar apa yang berhasil di setiap situasi. Jika mereka terbiasa untuk berimprovisasi, mendorong kesetiaan dan kekompakan akan menciptakan standar praktik yang seimbang. Kiatnya adalah mengembangkan keragaman organisasi dengan mengenali budaya yang dominan lalu melakukan diversifikasi dengan mendorong ke arah yang sebaliknya.

Saat peluncuran *Challenger*, budaya "bisa melakukan" milik NASA mewujud sebagai proses akuntabilitas yang ekstrem dikombinasi dengan norma sosial kolektif. Segala sesuatu diselaraskan untuk

kepatuhan pada prosedur standar. Prosesnya begitu kaku sehingga menolak bukti yang tidak selaras dengan aturan biasa dan begitu keramat sehingga Larry Mulloy merasa terlindungi oleh secarik kertas bertanda tangan yang membuktikan bahwa ia telah mengikuti proses standar. Pada pengkajian ulang kesiapan penerbangan, ketidaksetujuan dihargai, tetapi di saat yang terpenting, kelompok insinyur yang terpenting telah meminta kepada kelompok diskusi di luar telekonferensi darurat itu di mana mereka menemukan cara untuk menjalani kepatuhan tradisional pada prosedur standar. Seperti yang dikatakan oleh salah satu insinyur, tanpa data, "pendapat atasan lebih baik daripada pendapat saya."

Semakin lama bicara dengan Kapten Lesmes, saya semakin mengerti bahwa ia telah merasa bahwa hasilnya akan akuntabel—mencari jalan keluar bahkan jika jalan keluar itu menyimpang dari prosedur standar—dalam suatu budaya kolektif yang luar biasa kuat yang memastikan bahwa ia tidak akan mudah membuat keputusan yang menyimpang. Seperti yang telah ditulis oleh Patil, Tetlock, dan Mellers, ia telah menimba "kekuatan tekanan silang dalam memajukan pikiran dua sisi yang fleksibel." Subjudul dari makalah itu: "Balancing the Risks of Mindless Conformity and Reckless Deviation" ("Menyeimbangkan Risiko dari Kepatuhan Tradisional yang Otomatis dan Penyimpangan yang Ceroboh").

Tim-tim peramal super menimba tekanan silang budaya yang sama. Sebuah tim dinilai murni berdasarkan keakuratan prediksi anggotanya. Namun, secara internal, Good Judgment Project menghadiahi budaya kolektif. Komentar diharapkan; anggota tim didorong untuk memberi suara bagi komentar yang bermanfaat dan diakui untuk tahapan penting dalam proses, misalnya jumlah komentar yang sangat penting.

Sebelum *Challenger,* ada rentang waktu yang panjang di mana budaya NASA menimba dari ketidakpatuhan. Gene Kranz, pengarah penerbangan ketika Apollo 11 pertama kali mendarat di Bulan, hidup bersama mantra yang sama, proses yang telah dikeramatkan

itu—" Kami Percaya kepada Tuhan, Selebihnya Beri Kami Data"—tetapi ia juga membiasakan diri untuk meminta pendapat teknisi dan insinyur di setiap tahap hierarki. Jika ia mendengar suara yang sama dari dua orang, tidaklah diperlukan data baginya untuk memutus proses standar dan menyelidiki lebih lanjut.

Wernher von Braun, pemimpin pengembangan roket yang mendorong misi ke Bulan dari Marshall Space Flight Center, menyeimbangkan proses kakunya NASA dengan budaya tak resmi dan individualistis yang mendorong ketidaksetujuan dan komunikasi lintas batas. Von Braun memulai "Catatan Hari Senin": setiap minggu, para insinyur menyerahkan selembar catatan dari isu-isu terpenting yang mereka hadapi. Braun memberi komentar dengan tulisan tangan di tepi halaman, lalu mengedarkan seluruh catatan itu. Semua orang melihat apa yang sedang terjadi di bagian lain, dan betapa mudahnya untuk mengemukakan masalah. Catatan Hari Senin itu sangat aktif, tetapi tak resmi.

Di halaman ketikan dari catatan dua hari setelah pendaratan di Bulan pada 1969, von Braun menulis satu bagian singkat di mana seorang insinyur menebak mengapa tangki oksigen cair tiba-tiba kehilangan tekanan. Masalah itu sudah tidak relevan lagi untuk misi di Bulan, tetapi bisa muncul kembali di penerbangan mendatang. "Mari kita caritahu setepat mungkin," tulis von Braun. "Kita harus tahu apakah ada masalah lain di balik ini yang perlu diperiksa atau diatasi." Seperti Kranz, von Braun mencari masalah, isyarat naluri, dan kabar buruk. Ia bahkan menghadiahi orang-orang yang membuka masalah. Setelah Kranz dan von Braun, budaya proses "Selebihnya Beri Kami Data" bertahan, tetapi budaya tak resmi serta kekuatan dan isyarat naluri perorangan menciut.

Pada 1974, William Lucas mengambil alih Marshall Space Flight Center. Seorang sejarawan utama NASA menulis bahwa Lucas adalah insinyur yang cemerlang tetapi "sering kali menjadi marah ketika mengetahui ada masalah." Allan McDonald menjelaskan Lucas sebagai "tipe orang yang menembak pembawa pesan." Lucas mengubah Catatan Hari Senin dari von Braun menjadi sebuah sistem

yang murni untuk komunikasi ke atas. Ia tidak menulis umpan balik dan tidak mengedarkan catatan. Pada suatu saat, komunikasi itu berubah menjadi formulir standar yang harus diisi. Catatan Hari Senin menjadi satu lagi formalitas yang kaku dalam budaya proses. "Kualitas dari catatan-catatan itu langsung jatuh," tulis sejarawan resmi NASA lainnya.

Lucas pensiun tidak lama setelah bencana *Challenger*, tetapi budaya proses yang kaku itu bertahan. Satu-satunya kecelakaan pesawat ulang-alik fatal lain dari NASA, hancurnya *Columbia* pada 2003, adalah salinan budaya dari *Challenger*. NASA terus berpegangan pada alat-alat proses biasa di situasi yang tidak biasa. Bencana *Columbia* malah menimbulkan kepatuhan bernasib buruk yang lebih kuat lagi di antara akuntabilitas proses dan norma yang berfokus pada kelompok. Para insinyur semakin khawatir pada satu masalah teknik yang tidak mereka pahami sepenuhnya, tetapi mereka tidak bisa memberi data kuantitatif. Ketika mereka menghubungi Departemen Pertahanan untuk meminta foto-foto beresolusi tinggi dari bagian pesawat yang mereka anggap rusak, para manajer NASA bukan saja menghalangi bantuan dari luar, tetapi juga meminta maaf kepada Departemen Pertahanan untuk kontak di luar "saluran-saluran yang benar". Administrator NASA berjanji bahwa pelanggaran protokol seperti itu tidak akan pernah terjadi lagi. *Columbia* Accident Investigation Board menyimpulkan bahwa budaya NASA "menekankan rantai perintah, prosedur, mengikuti aturan, dan bertindak sesuai buku. Walaupun aturan dan prosedur sangat penting bagi kordinasi, keduanya memiliki efek negatif yang tidak disengaja." Sekali lagi, "kepatuhan pada hierarki dan prosedur" telah berakhir dengan bencana. Sekali lagi, para insinyur peringkat rendah mempunyai kekhawatiran yang tidak dapat mereka kuantifikasikan; mereka tetap diam karena "syarat adanya data sangat ketat dan menghambat."

Aspek-aspek manajemen dan budaya dari bencana *Challenger* dan *Columbia* begitu mirip sehingga dewan investigasi menyatakan

bahwa NASA tidak berfungsi sebagai "sebuah organisasi pembelajaran". Tanpa adanya tekanan silang budaya, NASA telah gagal untuk belajar, persis seperti para subjek kajian Patil yang ditempatkan di budaya-budaya kepatuhan yang kuat.

Meskipun begitu, ada orang-orang di NASA yang telah mempelajari pelajaran budaya yang penting, dan ketika waktunya tiba, mereka menggunakannya.

Pada musim semi 2003, hanya dua bulan setelah kehilangan pesawat ulang-alik *Columbia,* NASA harus memutuskan apakah mereka akan mencoret sebuah proyek berprofil tinggi yang telah digarap selama empat puluh tahun dan menghabiskan tiga perempat miliar dolar. Gravity Probe B (GP-B) adalah sebuah keajaiban teknologi yang dirancang untuk menguji langsung teori relativitas umum dari Einstein. Ia akan diluncurkan ke angkasa luar untuk mengukur bagaimana massa dan rotasi Bumi mendistorsi materi dari ruang dan waktu, seperti bola boling yang berputar di wadah berisi madu. GPB adalah proyek yang berlangsung paling lama dalam sejarah NASA. Namun, itu bukan pujian.

Gagasannya dimunculkan satu tahun setelah pendirian NASA sendiri. Peluncurannya terus ditunda karena masalah teknis, dan proyek itu nyaris dibatalkan di tiga peristiwa terpisah. Beberapa anggota staf NASA tidak lagi menganggap misi GP-B dimungkinkan, dan pendanaannya harus berulang kali diselamatkan oleh seorang fisikawan Stanford yang pandai merayu Kongres.

Tantangan teknologisnya sangat banyak. Pesawat pelacak itu membutuhkan benda terbulat yang pernah manusia buat—rotor-rotor giroskop kuarsa seukuran bola pingpong yang harus bulat sempurna sehingga jika Anda meniupnya menjadi seukuran Bumi, puncak gunung yang tertinggi akan hanya setinggi 240 cm. Giroskop itu harus didinginkan sampai –450°F dengan helium cair, dan pelacak itu membutuhkan lengan-lengan yang sehalus peralatan bedah

untuk bisa bermanuver dengan tepat. Teknologinya membutuhkan dua puluh tahun perkembangan sebelum siap untuk tes penerbangan.

Mata Kongres tertuju kepada NASA. NASA tidak boleh meluncurkan pesawat pelacak itu lalu mengalami kegagalan tingkat tinggi setelah kegagalan *Columbia*. Namun, jika peluncuran GP-B harus ditunda lagi, itu akan menjadi upaya yang terakhir. "Ada tekanan yang sangat besar bahwa benda ini harus diterbangkan," kata Rex Geveden, manajer program GPB kepada saya. Malangnya, para insinyur yang sedang menyiapkan pengkajian ulang kesiapan penerbangan pra-peluncuran menemukan sebuah masalah.

Pasokan daya ke kotak elektronik terganggu oleh alat ilmiah yang penting. Untungnya, kotak itu hanya perlu bekerja di awal misi, untuk mulai memutar giroskop. Setelah itu, ia dapat dipadamkan, jadi itu bukan persoalan yang bisa menimbulkan bencana. Namun, itu persoalan yang tidak diduga. Jika ada kekurangan lain yang menghalangi kotak elektronik untuk memutar giroskop guna memulai eksperimen, maka seluruh misi akan sia-sia.

Wadah mirip termos raksasa yang menahan giroskop telah diisi dengan helium cair, didinginkan, dan dikedapkan untuk peluncuran. Jika kotak elektronik perlu diperiksa, bagian-bagian yang telah menghabiskan tiga bulan perakitan akan harus dibuka kembali; penundaan peluncuran akan menghabiskan biaya Rp 150–300 miliar. Beberapa insinyur merasa pelepasan kotak dan kemungkinan rusaknya bagian-bagian dari pelacak akan lebih besar daripada jika kotak itu dibiarkan saja di sana. Stanford University adalah kontraktor utama, dan pemimpin tim Stanford "percaya diri bahwa kami akan berhasil," katanya, "jadi saya mendesak agar kami terus maju dan menerbangkannya." Insinyur utama dan saintis utama NASA untuk GP-B juga mendesak untuk peluncuran. Selain itu, pesawat pelacak itu telah dipindah ke Vandenberg Air Force Base di California untuk peluncuran, dan penundaan akan meningkatkan peluang bahwa GPB bertengger di sana jika terjadi gempa bumi. Jadi pertanyaannya: ikut atau tidak ikut lomba?

Keputusan ada di tangan Geveden. "Oh Tuhan, saya bahkan tidak bisa menceritakan betapa menekannya situasi itu," katanya kepada saya. Bahkan sebelum persoalan yang terbaru itu, ia telah merasa tidak nyaman—ia merasa tidak nyaman tentang bagaimana kotak elektronik itu telah diatur. Namun, selama kotak itu telah dipasang di pesawat pelacak, tidak ada informasi lanjutan yang bisa didapatkan.

Geveden bergabung dengan NASA pada 1990 dan senang mengamati budaya organisasi. "Ketika memasuki NASA," katanya, "saya merasa ada suatu budaya kepatuhan tradisional terhadap prosedur standar." Di masa awal, ia mengikuti sebuah kelas pembangunan tim yang diselenggarakan oleh NASA. Pada hari pertama, secara retorik, instruktur menanyakan prinsip yang paling penting dalam pembuatan keputusan. Jawabannya adalah: mendapat kesepakatan. "Dan saya berkata, 'Saya rasa orang-orang yang telah meluncurkan pesawat ulang-alik *Challenger* tidak setuju dengan itu,'" cerita Gevelden kepada saya. "Kesepakatan memang menyenangkan, tetapi kita tidak boleh mengoptimalkan kebahagiaan, kita harus mengoptimalkan keputusan. Saya mempunyai perasaan bahwa ada sesuatu yang salah dengan budaya di sana. Kami tidak memiliki tegangan yang sehat di sistem kami." NASA masih memiliki budaya prosesnya yang keramat itu, dan Geveden melihat di mana-mana terdapat suatu budaya kolektif yang menggeser konflik ke sudut yang gelap. "Nyaris tidak ada rapat di mana seseorang berkata, 'Mari kita rundingkan itu di luar,'" kenangnya, persis seperti yang telah dilakukan oleh Morton Thiokol di perundingan dengan timnya sendiri di luar telekonferensi darurat itu.

Dengan caranya sendiri, Geveden lebih memilih untuk menyeimbangkan budaya proses yang resmi dengan sejumput individualisme yang tak resmi, seperti yang telah dilakukan oleh Kranz dan von Braun. "Rantai komunikasi harus tak resmi," katanya kepada saya, "sangat berbeda dari rantai perintah." Ia menginginkan suatu budaya di mana setiap orang memiliki tanggung jawab untuk

memprotes jika ada sesuatu yang terasa tidak benar. Ia memutuskan untuk menindaklanjuti keraguan.

Ia sangat menghormati manajer elektronik Stanford. Manajer itu sudah pernah mengerjakan pasokan daya yang sama, dan memandangnya sebagai teknologi yang rapuh. Setelah suatu rapat resmi di mana insinyur utama dan saintis utama NASA memilih untuk membiarkan kotak elektronik itu di tempatnya, Gevelden mengadakan rapat tak resmi. Pada salah satu rapat tak resmi itu, ia mengetahui dari seorang anggota tim NASA bahwa seorang manajer dari Lockheed Martin, yang telah membangun kotak itu, merasa khawatir. Seperti cincin-cincin bundar *Challenger*, masalah yang ditemukan pada kotak itu bisa diatasi, tetapi tidak diduga. Jadi, ada ketidaktahuan yang tidak diketahui.

Berlawanan dengan rekomendasi dari insinyur utama dan pemimpin tim Stanford, Geveden memutuskan untuk menunda peluncuran dan melepas kotak. Setelah kotak dilepas, para insinyur segera menemukan tiga masalah desain lainnya yang belum dijelaskan secara skematis, termasuk sebuah kasus penggunaan bagian yang sangat keliru. Kejutan itu mendorong Lockheed untuk memeriksa kembali setiap sirkuit di kotak itu. Mereka menemukan dua puluh persoalan yang terpisah.

Seakan para dewa langit mewajibkan Gravity Probe B menghadapi setiap rintangan yang bisa manusia bayangkan, sebulan setelah kotak elektronik dilepas, terjadi gempa bumi di dekat area peluncuran. Roket peluncur agak rusak, tetapi untungnya pesawat pelacak itu utuh. Empat bulan kemudian, pada April 2014, GPB akhirnya diluncurkan. GPB adalah tes langsung yang pertama untuk mendukung gagasan Einstein bahwa Bumi menyeret materi ruang dan waktu di sekitarnya saat ia berputar di porosnya. Teknologi itu meninggalkan warisan yang lebih besar lagi. Komponen yang dirancang untuk GPB telah meningkatkan kamera dan satelit digital; GPS dengan keakuratan berskala sentimeter diterapkan pada sistem pendaratan otomatis pesawat dan ketepatan posisi pendaratan.

Tahun berikutnya, ditunjuk seorang administrator NASA yang baru oleh presiden. Administrator yang baru menuntut semacam individualisme dan debat pendapat yang bisa berfungsi sebagai tekanan silang bagi proses akuntabilitas yang kuat dari NASA. Ia mengangkat Geveden sebagai wakil administrator—sama seperti COO atau Kepala Bagian Operasi NASA—posisi tertinggi di NASA yang tidak ditunjuk secara politis.

Pada 2017, Geveden membawa serta berbagai pelajarannya ke posisinya yang baru sebagai CEO dari BWX Technologies, sebuah perusahaan yang usaha luasnya termasuk teknologi pendorong nuklir yang bisa memberdayakan misi berawak ke Mars. Beberapa pembuat keputusan BWX Technologies adalah pensiunan pemimpin militer yang dengan kuat menggenggam hierarki. Jadi, ketika Geveden menjadi CEO, ia menulis catatan singkat tentang harapannya untuk kerja tim. "Saya mengatakan kepada mereka bahwa saya mengharapkan ketidaksetujuan terhadap keputusan saya saat kami sedang mencoba membuat keputusan, dan bahwa itu adalah tanda dari organisasi yang sehat," katanya kepada saya. "Setelah keputusan dibuat, kami menginginkan kepatuhan dan dukungan, tetapi kami mempunyai izin untuk sedikit bertengkar secara profesional." Ia menekankan bahwa ada perbedaan antara rantai perintah dengan rantai komunikasi, dan perbedaan itu mewakili tekanan silang yang sehat. "Saya memperingatkan mereka, saya akan berkomunikasi dengan semua tingkatan organisasi sampai ke petugas bengkel, dan Anda tidak boleh merasa curiga atau paranoid tentangnya," katanya. "Saya memberitahu mereka saya tidak akan memutus keputusan Anda yang berada di alur rantai perintah, tetapi saya akan memberi dan menerima informasi di mana saja dan kapan saja di organisasi. Saya tidak akan cukup memahami organisasi hanya dengan mendengarkan suara-suara di tingkat atas."

Penjelasannya mengingatkan saya akan "manajemen lingkaran" dari CEO Kepramukaan Putri, Frances Hesselbein, dengan Hes-

selbein berada di tengah. Informasi bisa mengalir dari segala arah, dan setiap orang yang berada di satu lingkaran memiliki banyak titik masuk untuk berkomunikasi dengan lingkaran lain, alih-alih hanya satu atasan yang bertindak sebagai pintu gerbang. Ketika Hesselbein menjelaskannya kepada saya, itu tampak sangat mirip dengan tipe ketidaksetujuan profesional yang dicoba ditumbuhkan oleh Geveden dan Kapten Lesmes: pembedaan antara rantai perintah dan rantai komunikasi yang menghasilkan ketidaksetujuan, dan dengan begitu menumbuhkan tegangan yang sehat. Campuran kuat yang terkadang membingungkan tetapi efektif dari budaya resmi dan tak resmi. Trio profesor psikologi dan manajemen yang menganalisis ratusan pendaki gunung Himalaya—total 5.104 ekspedisi—menemukan bahwa budaya hierarki yang dihargai dengan kuat mendatangkan lebih banyak pendaki ke puncak, tetapi juga mendatangkan lebih banyak kematian di sepanjang jalan. Tren ini tidak berlaku bagi pendaki perorangan, hanya pendaki beregu, dan periset mengatakan bahwa tim-tim hierarkis mendapat manfaat dari rantai perintah yang jelas, tetapi menderita dari rantai komunikasi satu arah yang menyembunyikan masalah. Tim membutuhkan unsur dari hierarki dan individualisme untuk unggul dan menyintas.

Menumbuhkan aspek-aspek dari suatu budaya yang sepertinya saling bertentangan adalah tindakan penyeimbangan yang sulit. Tidak ada aturan bagi isyarat naluriah kualitatif dari para insinyur pesawat antariksa atau penerjun penyelamat yang tidak memiliki intel. Seperti dibuktikan oleh riset eksperimental, ketidakpatuhan membantu orang untuk *menemukan* isyarat yang bermanfaat dan menjatuhkan peralatan tradisional ketika itu memang masuk akal.

Pemahaman tentang peralatan dari Karl Weick mengingatkan saya akan pengalaman yang saya alami sebagai seorang mahasiswa pascasarjana di atas kapal riset *Maurice Ewing* di Samudra Pasifik. Kapal itu memantulkan gelombang suara dari dasar laut untuk membuat gambar dari gunung-gunung berapi bawah laut. Saya berkesempatan berkenalan dengan beberapa pakar gunung

berapi yang benar-benar memandang dunia melalui kacamata gunung berapi. Terlepas dari banyak bukti yang menunjukkan bahwa benturan suatu asteroid adalah penyebab utama dari kepunahan dinosaurus atau setidaknya sangat berpengaruh, mereka bersikeras bahwa ledakan gunung berapilah yang menjadi biang keladi. Kalaupun ada, kata salah seorang, asteroid hanyalah pukulan akhir yang beruntung; gunung-gunung berapi sudah memberi pukulan lebih dulu. Sepertinya ia mengaitkan seluruh kepunahan massal dengan gunung berapi, beberapa di antaranya memiliki bukti yang kuat, beberapa lainnya nyaris tanpa bukti. Saya belajar bahwa jika Anda hanya memiliki pakar gunung berapi, maka setiap kepunahan tampak seperti gunung berapi. Itu tidak terlalu buruk bagi dunia. Itu *seharusnya* menantang kearifan yang sudah ada dan mendorong para pakar yang berfokus terbatas untuk menemukan pengetahuan tentang gunung berapi yang tidak dilihat oleh semua orang lain. Namun, ketika semua pengkhususan bidang ditumbuhkembangkan dengan kesetiaan pada satu alat tertentu, hasilnya bisa menjadi pandangan jarak dekat yang membahayakan.

Para spesialis jantung intervensional, misalnya, yang berspesialisasi mengobati nyeri dada dengan memasang *stent*—suatu pipa logam yang memaksa pembuluh darah untuk membuka. Tentu saja masuk akal: seorang pasien datang dengan nyeri dada, pencitraan menunjukkan penyempitan arteri, *stent* dipasang untuk membukanya dan mencegah serangan jantung. Logikanya begitu menonjol sehingga seorang spesialis jantung terkemuka menyebutnya dengan istilah "refleks *oculostenotic*", berasal dari bahasa Latin untuk "mata" dan *stenotic* dari bahasa Yunani untuk "sempit" yang berarti: jika melihat sumbatan, Anda akan otomatis memperbaiki sumbatan itu. Hanya saja, berkali-kali kajian klinis acak yang membandingkan pemasangan *stent* dengan bentuk pengobatan yang lebih konservatif menunjukkan bahwa *stent* untuk pasien yang memiliki nyeri dada stabil tidaklah mencegah serangan jantung dan sama sekali tidak memperpanjang usia pasien.

Para spesialis jantung intervensional melihat dan mengobati satu bagian kecil dari sebuah sistem yang rumit; sistem kardiovaskular (sistem jantung dan pembuluh darah) bukanlah sistem meja cuci di dapur, dan ternyata mengobati satu pipa yang tersumbat sering kali tidaklah menolong. Selain itu, sekitar satu dari setiap lima puluh pasien yang mendapatkan *stent* mengalami komplikasi yang serius atau meninggal akibat prosedur pemasangannya. Terlepas dari bukti yang dilihat secara luas, para spesialis jantung yang menggunakan alat itu melaporkan bahwa mereka tidak bisa percaya bahwa pemasangan *stent* tidak berhasil, bahkan ketika pendapatan keuangan mereka tidak berkaitan dengan prosedur pemasangannya. Diberitahu untuk berhenti memasang *stent* adalah seperti diberitahu untuk lupa bahwa Anda adalah seorang spesialis jantung intervensional. Naluri, yang sering kali bermaksud baik, untuk menggunakan intervensi yang sepertinya logis tetapi belum terbukti menolong mungkin menjelaskan penemuan dari sebuah kajian pada 2015: pasien-pasien gagal jantung memiliki kemungkinan yang lebih kecil untuk meninggal jika mereka dimasukkan ke rumah sakit selama suatu konferensi kardiologi nasional, ketika ribuan spesialis jantung sedang tidak berada di tempat. "Di konferensi kardiologi besar, rekan-rekan dan saya sering bergurau bahwa gedung-gedung konferensi adalah tempat teraman di dunia untuk mendapat serangan jantung," tulis spesialis jantung Rita F. Redberg. "[Kajian konferensi itu] ternyata menjungkirbalikkan analisis itu."

Penemuan menakutkan yang serupa itu sekarang bermunculan di seluruh bidang kedokteran di mana para spesialis telah menggunakan satu alat tertentu. Salah satu bedah ortopedi yang paling umum di dunia adalah mencukur meniskus yang robek—sepotong tulang rawan di lutut—kembali ke bentuk bulan sabit orisinalnya. Seorang pasien melaporkan nyeri lutut; MRI menunjukkan robekan meniskus; tentu saja seorang dokter bedah ingin memperbaikinya. Ketika lima klinik ortopedi di Finlandia membandingkan pembedahan itu dengan "pembedahan pura-pura"—yaitu dokter

bedah membawa pasien nyeri lutut dengan robekan meniskus ke ruang operasi, membuat sayatan, berpura-pura membedah, dan menjahitnya kembali lalu mengirim mereka ke fisioterapi—mereka menemukan bahwa pembedahan pura-pura itu sama berhasilnya. Ternyata, sebagian besar orang yang mengalami robekan meniskus sama sekali tidak mengalami gejala dan bahkan tidak pernah akan tahu. Dan bagi mereka yang memang mengalami robekan meniskus dan nyeri lutut, mungkin robekan itu sama sekali tidak ada hubungannya dengan nyeri.

Melihat bagian-bagian kecil secara terpisah dari teka-teki besar, terlepas dari seberapa jelasnya gambarnya, tidaklah memadai untuk memahami tantangan terbesar dari kemanusiaan. Telah lama kita mengenal hukum termodinamika, tetapi masih mengalami kesulitan untuk meramalkan penyebaran kebakaran hutan. Kita mengetahui cara kerja sel, tetapi tidak bisa meramalkan puisi yang akan ditulis oleh seorang manusia yang terdiri dari sel-sel. Pandangan ala katak pada bagian-bagian yang terpisah tidaklah akan memadai. Suatu ekosistem yang sehat membutuhkan keragaman hayati.

Bahkan kini, dalam upaya menumbuhkan pengkhususan bidang yang luar biasa dalam sejarah, ada kebutuhan akan keluasan. Orang-orang yang menghidupi kata-kata sejarawan Arnold Toynbee bahwa "Tidak ada alat yang serbabisa. Tidak ada kunci utama yang bisa membuka *semua* pintu." Alih-alih menggunakan satu alat, mereka mengumpulkan dan melindungi seluruh gudang peralatan, dan mereka menunjukkan daya dari luasnya keragaman di dunia yang penuh kekhususan.

BAB 12

Sengaja Menjadi Amatir

PADA SABTU, 23 JANUARI 1954, Oliver Smithies sedang berada di laboratorium di Toronto, seperti biasanya. Ia menyebutnya "Eksperimen di Hari Sabtu". Tidak ada orang lain di sekitarnya. Ia merasa bebas dari ikatan-ikatan pekerjaan yang biasanya. Pada Sabtu, ia tidak harus menimbang segala sesuatu dengan cermat. Ia bisa mengambil sejumput ini, sejumput itu, untuk eksperimen yang di hari lain akan dianggap sebagai pemborosan waktu dan peralatan. Ia bisa mencoba sesuatu yang menarik perhatiannya, tetapi tidak ada hubungannya dengan proyek penelitian utamanya. Kita perlu membiarkan otak memikirkan hal lain dari pekerjaan sehari-harinya, katanya. "Pada Sabtu, Anda tidak harus benar-benar rasional."

Smithies bekerja di laboratorium yang mempelajari insulin, dan tugasnya adalah menemukan suatu pendahulu dari insulin. Pekerjaannya sedang mengalami kemandekan. Metode untuk memisahkan molekul-molekul, agar mereka bisa dipelajari secara terpisah, membutuhkan suatu arus listrik yang dilewatkan ke kertas basah jenis tertentu. Molekul akan memisah saat arus listrik melewati kertas. Namun, insulin itu hanya melekat di kertas. Smithies mendengar bahwa rumah sakit anak-anak setempat telah mencoba bulir-bulir kanji basah, alih-alih kertas basah. Tepung kanji menyelesaikan

masalah kelekatan, tetapi itu akan mewajibkan dia untuk menyayat bulir menjadi lima puluh irisan dan menganalisis setiap irisan untuk menemukan di mana molekul-molekul itu berakhir. Ini akan membutuhkan waktu selama-lamanya, jadi itu tidak bisa dilakukan. Lalu, ia ingat sesuatu, dari momen ketika ia berusia dua belas tahun.

Smithies dibesarkan di Halifax, Inggris, dan melihat ibunya memberi kanji pada kemeja kerja ayahnya agar leher kemeja itu menjadi kaku. Ibunya mencelup setiap kemeja ke adonan kanji yang panas, lalu menyetrikanya. Untuk membantu ibunya membereskan, Smithies membuang sisa kanji. Ia melihat bahwa ketika mendingin, kanji itu menggumpal menjadi agar-agar.

Smithies mempunyai kunci master untuk gedung laboratorium, jadi ia berkeliling mencari tepung kanji di lemari-lemari perbekalan. Ia memasak tepung itu, membiarkannya mendingin menjadi agar-agar, dan mencobanya untuk menggantikan kertas. Ketika ia memberi arus listrik, molekul-molekul insulin memisah menurut ukurannya di dalam agar-agar. "Sangat menjanjikan!" tulisnya di buku catatannya pada hari itu. Di tahun-tahun berikutnya, "elektroforesis agar-agar" diperhalus, merevolusi dunia biologi dan kimia. Fragmen DNA dan komponen serum darah manusia menjadi bisa dipisahkan dan dipelajari.

Ketika saya bicara dengan Smithies pada 2016, ia berusia sembilan puluh tahun dan berada di laboratoriumnya. Ia sedang memikirkan bagaimana ginjal memisahkan molekul-molekul besar dan kecil. "Kini, ini adalah eksperimen teoretis Sabtu pagi," katanya.

Yang membuat saya takjub saat Smithies bicara adalah sukacitanya dalam eksperimentasi. Bukan hanya di laboratoriumnya, tetapi di hidupnya. Ia menghidupi sejumlah gagasan yang ingin saya jelajahi di buku ini. Dari luar, ia tampak seperti hiperspesialis tulen. Bagaimanapun, ia adalah seorang biokimiawan molekuler. Hanya saja, *biokimiawan molekuler* bukanlah profesi yang sudah mapan ketika Smithies sedang menjalani pendidikannya. Awalnya, ia mempelajari ilmu kedokteran, sampai ia menghadiri pidato seo-

rang profesor yang menggabungkan kimia dan biologi. "Ia memberi kuliah tentang bidang baru ini, yang istilahnya belum diciptakan," kata Smithies kepada saya. "Itu luar biasa, dan saya pikir, 'Saya ingin melakukan itu. Jadi, lebih baik saya mempelajari kimia.'" Ia beralih untuk mempelajari kimia. Ia tidak pernah berpikir akan tertinggal dibandingkan rekan-rekannya yang telah belajar lebih dulu. Sebaliknya, "itu benar-benar sangat berharga, karena pada akhirnya saya memiliki latar belakang yang baik di biologi dan tidak takut pada biologi, lalu saya tidak takut pada kimia. Itu memberi saya daya yang sangat besar di hari-hari awal biologi molekuler." Apa yang kini terdengar seperti pengkhususan bidang yang berlebihan sebenarnya adalah hibrida yang berani di masa itu.

Ketika kami berbincang, Smithies adalah profesor di University of North Carolina. Sembilan bulan kemudian ia berpulang, di usia sembilan puluh satu tahun. Sampai akhir hidupnya, ia mendorong murid-muridnya untuk berpikir secara lateral, meluaskan pengalaman, dan membuka jalannya sendiri untuk mencari kualitas yang unggul. "Saya mencoba mengajarkan orang-orang, 'Jangan berakhir sebagai duplikat dari penasihat tesis Anda,'" katanya kepada saya. "Bawalah keterampilanmu ke tempat yang tidak melakukan hal yang sama. Bawalah keterampilanmu dan terapkanlah ke masalah baru, atau bawalah masalahmu dan cobalah keterampilan baru."

Smithies menghidupi nasihat yang ia berikan. Di usia lima puluhan tahun, ia mengambil cuti panjang untuk pergi ke tempat yang hanya dua lantai jauhnya di gedung yang sama untuk mempelajari cara bekerja dengan DNA. Ia tidak pernah menemukan pendahulu insulin, dan saat ia dianugerahi Penghargaan Nobel pada 2007, itu untuk karyanya sebagai pakar genetik, karena ia telah mengetahui bagaimana cara mengubah gen penyebab penyakit agar mereka bisa dipelajari pada hewan-hewan. Dalam urusan itu, ia adalah spesialis di saat yang larut. Saya menceritakan kepada Smithies bahwa baru-baru ini saya berbicara dengan rektor sebuah universitas riset besar yang menggunakan analisis data untuk menilai kontribusi

dan untuk memutuskan penerimaan serta kenaikan jabatan dosen. Rektor itu memberitahu ia memercayai bahwa para kimiawan akan jatuh dari tebing dua puluh tahun setelah mereka mendapatkan gelar doktoralnya. Smithies tertawa. "Ya, tetapi makalah terpenting saya diterbitkan ketika usia saya sekitar enam puluhan tahun," katanya. Sebuah analisis pada 2016 dari sepuluh ribu karier periset meneguhkan bahwa tidak ada relasi standar antara pengalaman dan kontribusi; makalah yang paling berdampak dari seseorang bisa saja adalah makalah pertama, kedua, kesepuluh, atau terakhir. (Namun, para periset cenderung lebih sering menerbitkan makalah di usia yang lebih muda.)

Ketika saya menyebut kepada Smithies bahwa ingatannya akan kemeja berkanji adalah contoh dari pemikiran lateral bersama teknologi usang, ia menambahkan bahwa pada 1990, ia dianugerahi Penghargaan Gairdner (semacam pra-Nobel) bersama Edwin Southern, yang juga menggunakan kenangan masa kanak-kanak yang sepertinya sama sekali tidak berkaitan dengan masalah yang ada. "Kenangannya adalah tentang *cyclostyling*," kata Smithies, yang mengacu pada suatu peranti penyalin dokumen lawas yang menggunakan kertas mengilat dan sistem stensil. Bersama ingatan itu, Southern menciptakan "*Southern blot*", suatu metode yang selalu digunakan untuk mendeteksi molekul DNA tertentu. Gunpei Yokoi tentu akan sangat gembira mendengarnya. Namun, itu belum seberapa dibandingkan teknologi usang yang digunakan oleh Tu Youyou, yang pada 2015 menjadi orang China pertama (dan sejauh ini, satu-satunya) dan perempuan China pertama di semua kategori yang memenangkan Penghargaan Nobel untuk bidang faal atau kedokteran.

Tu dikenal sebagai "profesor dari tiga kata tidak": tidak memiliki keanggotaan di Chinese Academy of Sciences, tidak memiliki pengalaman riset di luar China, dan tidak memiliki ijazah pascasarjana. Sebelum Tu, ilmuwan lain telah menguji 240.000 senyawa untuk mencari pengobatan malaria. Tu berminat pada kedokteran

modern serta sejarah dan terilhami oleh sebuah petunjuk di resep untuk obat yang dibuat dari *sweet wormwood* atau artemisia annua (jenis tanaman kenikir) yang ditulis oleh seorang alkemis abad keempat China. Itu menuntunnya untuk bereksperimen (awalnya pada dirinya sendiri) dengan ekstrak *sweet wormwood* yang dikenal sebagai artemisinin. Sekarang, artemisinin dianggap sebagai salah satu penemuan obat yang paling bermakna di dunia kedokteran. Sebuah kajian pada penurunan kasus malaria di Afrika berkaitan dengan 146 *juta* kasus yang telah dicegah oleh terapi berbasis artemisinin antara 2000 dan 2015. Tu memiliki banyak kelemahan, tetapi ia juga memiliki kelebihan sebagai orang luar, kelebihan yang mempermudah dirinya untuk mencari di tempat yang tidak berani didatangi oleh orang lain. Jenis kelebihan yang dicari oleh Smithies pada Sabtu pagi.

Selama kariernya, Smithies menghabiskan dan menyimpan 150 buku catatan. "Itu juga hari Sabtu," ulangnya, saat ia menunjukkan halaman-halaman yang penting kepada saya. Ketika saya mengemukakannya, ia menjawab, "Ya, saya mendengar orang-orang berkata, 'Mengapa Anda datang untuk bekerja di hari yang lain!'"

Terobosan tentunya adalah pengecualian. Suatu eksperimen pada Sabtu pagi dengan tidak sengaja telah melarutkan sebuah peranti laboratorium yang penting. Di eksperimen lainnya, Smithies mencemari sepatunya dengan bahan kimia yang berbau busuk. Ia pikir sudah menjemur sepatunya dengan baik, sampai ia mendengar seorang perempuan lanjut usia bertanya kepada temannya apakah ia mencium bau mayat. Smithies tidak tahan untuk tidak "memungut apa saja" untuk diuji, katanya, suatu kebiasaan yang memang dikenali oleh rekan-rekannya. Alih-alih membuang peranti yang sudah rusak, mereka akan meninggalkannya untuknya dengan diberi label NBGBOKFO: "*no bloody good, but OK for Oliver*" (sudah tidak bagus, tetapi oke untuk Oliver).

Ciri bermain-main yang penuh semangat, bahkan kekanak-kanakan, adalah sebuah tema yang terus bermunculan dalam riset pada para pemikir kreatif. Fisikawan University of Manchester, Andre Geim, memberlakukan "*Friday night experiments*" ("Eksperimen Jumat malam"), disingkat FNE (yang tidak ada hubungannya dengan Smithies). Pada Jumat malamlah ia memulai penelitiannya yang menjurus ke Penghargaan Ig Nobel pada 2000. Ig Nobel diberikan kepada karya yang pada awalnya sekilas tampak konyol atau sepele. Maskotnya adalah sebuah gambar dari patung *The Thinker* (Sang Pemikir) karya pemahat Rodin, hanya saja gambar itu telah dipelesetkan menjadi "*The Stinker*" (Si Bau) di mana bagian tubuhnya telah jatuh dari tiang penyangga dan sedang berbaring terlentang di tanah. Para penerima Ig Nobel sebelumnya akan ditanyai apakah mereka bersedia menerima penghargaan itu agar mereka bisa mempertimbangkan soal reputasi mereka. Geim mendapat penghargaan karena ia bisa mengangkat seekor katak dengan magnet yang kuat. (Katak, dan air yang dikandungnya, adalah diamagnetik atau ditolak oleh ladang-ladang magnetik.)

Tidak perlu dikatakan, FNE tidak didanai, dan sebagian besar tidak ada manfaatnya. Namun, setelah katak, suatu FNE lainnya menghasilkan "plester cicak", suatu perekat yang terinspirasi oleh kaki cicak. Lalu, ada eksperimen lain yang dimulai dengan menggunakan selotip untuk merobek lapisan tipis dari grafit, bahan dari isi pensil. Eksperimen berteknologi rendah itu bertitik puncak pada Penghargaan Nobel bidang fisika pada 2010, untuk Geim dan rekannya—Konstantin Novoselov—yang memproduksi grafena, suatu bahan yang seratus ribu kali lebih tipis dari rambut manusia dan dua ratus kali lebih kuat dari baja. Grafena fleksibel, lebih transparan daripada kaca, dan konduktor listrik yang sangat bagus. Laba-laba yang diberi makan grafena menghasilkan sutra yang berkali-kali lebih keras daripada Kevlar di rompi antipeluru. Grafena terdiri atas pita-pita karbon setebal satu atom, ini adalah susunan yang sebelumnya dianggap hanya ada dalam teori. Ketika Geim dan Novoselov menyerahkan karya awalnya ke salah satu jurnal yang

paling bergengsi di dunia, seorang pengulas mengatakan bahwa itu mustahil dan pengulas lainnya menilainya sebagai "bukan kemajuan ilmiah yang memadai."

Sarah Lewis—sejarawan seni—mempelajari pencapaian kreatif, dan menjelaskan cara pikir Geim sebagai perwakilan dari "amatir yang disengaja". Kata "amatir", katanya, awalnya bukan dimaksudkan sebagai hinaan, tetapi berasal dari kata Latin untuk seseorang yang memuja suatu upaya tertentu. "Paradoks dari inovasi dan penguasaan adalah bahwa terobosan sering muncul ketika Anda memulai di satu jalan, tetapi menyimpang ke jalan lain dan berpura-pura seakan Anda baru saja memulai," tulis Lewis. Ketika (dua tahun sebelum Nobel) diminta untuk menjelaskan gaya risetnya untuk suatu surat kabar ilmiah, Geim mengatakan: "Saya harus mengatakan bahwa itu agak tidak biasa. Saya tidak menggali dalam-dalam—saya merumput dengan dangkal. Jadi, sejak saya menyelesaikan pendidikan doktoral saya, sekitar lima tahun sekali saya memasuki bidang lain .... Saya tidak ingin terus mempelajari hal yang sama dari lahir sampai mati. Terkadang saya bergurau bahwa saya tidak berminat melakukan *re-search* (riset), tetapi hanya *search* (mencari)." Menyimpang dari apa yang Geim sebut "rel kereta api yang lurus" dari kehidupan memang "tidak aman ... secara psikologis," tetapi memiliki keunggulan, untuk memotivasi dan untuk "mempertanyakan hal-hal yang tidak pernah dipedulikan untuk ditanyakan oleh orang-orang yang bekerja di bidang itu." Jumat malamnya seperti Sabtu paginya Smithies; untuk menyeimbangkan praktik standar yang harus dijalani di hari-hari yang lain dengan penjelajahan liar ke mana saja. Mereka merangkul apa yang disebut oleh Max Delbrück—calon pemenang Penghargaan Nobel—sebagai "prinsip dari kecerobohan yang terbatas." Berhati-hatilah untuk tidak terlalu berhati-hati, kata Delbrück memperingatkan, atau Anda akan tanpa sadar membatasi penjelajahan Anda.

Novoselov adalah mahasiswa doktoral Geim yang direkrut setelah seorang rekan Geim memberitahu bahwa Novoselov "sepertinya menyia-nyiakan hidupnya" di laboratorium lain. Ketika Novoselov

tiba, ia menemukan peralatan yang serupa dengan peralatan di laboratorium lamanya, tetapi "kelenturan serta peluang untuk mencoba sendiri di bidang lain sangatlah menarik." Profil dirinya di majalah *Science* memuat judul-judul bagian artikel yang berbunyi "Memilih Keluasan" dan "Menyebar Terbatas" yang bisa terdengar sangat buruk dan seakan-akan ia tertinggal jika artikel itu tidak menceritakan bahwa di usia tiga puluh enam tahun, ia adalah calon pemenang Penghargaan Nobel termuda dalam periode empat puluh tahun.

Seperti Van Gogh, Frances Hesselbein, atau banyak atlet belia, mungkin dari luar Novoselov tampak seperti orang yang tertinggal, sampai tiba-tiba saja ia sama sekali bukan orang yang tertinggal. Ia beruntung. Ia tiba di tempat kerja yang memperlakukan penjelajahan mental sebagai kelebihan yang kompetitif, bukan sebagai hama yang perlu dibasmi atas nama efisiensi.

Terlindungi dari kepercayaan terhadap awal yang lebih dini seperti itu adalah hal yang langka dan semakin langka. Di suatu titik, sampai batas tertentu kita semua berspesialisasi, jadi kelihatannya masuk akal bahwa kita harus bergegas menuju ke sana. Untungnya, ada beberapa pelopor yang berusaha menyeimbangkan kepercayaan terhadap awal yang lebih dini. Mereka ingin memiliki semuanya—penjelajahan mental bersamaan dengan kearifan dari pengalaman yang mendalam; keterampilan konseptual luas yang menggunakan kacamata ilmiah Flynn bahkan dalam program pendidikan bagi spesialis; dan daya kreatif dari penyuburan silang antarbidang ilmu. Mereka ingin membalik tren Tiger, bukan hanya bagi dirinya sendiri, tetapi bagi setiap orang, dan bahkan di tempat yang sinonim dengan pengkhususan bidang yang berlebihan. Masa depan penemuan, kata mereka, bergantung pada semua itu.

Hanya diperlukan beberapa menit perbincangan untuk memahami bahwa Arturo Casadevall adalah tipe orang "gelas setengah penuh". Salah satu hari terbesar dalam hidupnya adalah ketika gelombang

gravitasi bisa terdeteksi, dan itu bukan bidang khususnya. “Satu miliar tahun yang lalu, dua lubang hitam bertabrakan di luar angkasa, dan selama satu miliar tahun, gelombang gravitasi berjalan melalui ruang dan waktu,” katanya dengan mata melebar. “Ketika sinyal orisinal dimulai, kehidupan di Bumi adalah *uniseluler*, dan di masa itu kemanusiaan berhasil membangun dua interferometer dan mengukurnya. Maksud saya, itu pencapaian yang luar biasa.” Ia juga seorang MD-PhD (*Doctorate of Medicine and of Philosophy*) dan bintang di bidangnya sendiri, mikrobiologi dan imunologi. Ia telah mempelajari AIDS dan antraks serta telah mencerahkan aspek-aspek penting dari cara kerja penyakit yang disebabkan oleh jamur. “Indeks-h”-nya—suatu pengukuran untuk produktivitas seorang ilmuwan dan seberapa sering karyanya dikutip—baru-baru ini melampaui indeks-h dari Einstein.* Jadi, rekan-rekan sejawatnya sangat serius ketika ia tiba di Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health pada 2015, sebagai kepala bagian mikrobiologi dan imunologi molekuler, dan memperingatkan bahwa riset ilmiah sedang mengalami krisis.

Di suatu kuliah kepada teman-teman sejawat barunya, Casadevall menyatakan bahwa kecepatan kemajuan penelitian telah melambat, sementara kecepatan penarikan kembali hasil penelitian dalam literatur ilmiah telah lebih cepat dan mengungguli penerbitan kajian baru. “Jika ini terus berlanjut,” katanya, “dalam beberapa tahun, seluruh literatur akan ditarik.” Itu adalah humor ilmiah, tetapi berdasar pada data. Sebagian dari masalah, katanya, adalah ilmuwan muda bergegas menuju pengkhususan bidang sebelum mereka belajar cara berpikir; akhirnya mereka tidak mampu menghasilkan karya yang baik dan tidak mampu melihat karya yang buruk (atau palsu) dari rekan-rekannya.

---

* Kini, ilmuwan lebih banyak menerbitkan karyanya dibandingkan di masa lalu, jadi perbandingan ini tidak sepenuhnya adil, tetapi masih menempatkan Casadevall di tempat yang langka.

Alasan dari kedatangan Casadevall ke Hopkins, dari sebuah posisi yang nyaman di Albert Einstein College of Medicine di New York City, adalah karena pemimpin Hopkins yang baru telah menawarkan peluang kepadanya untuk menciptakan sebuah prototipe pendidikan sains pascasarjana yang sesuai dengan gagasannya, dan pada akhirnya prototipe dari *semua* pendidikan.

Menghadapi tren yang ada, Casadevall—bersama Gundula Bosch, seorang profesor biologi dan pendidikan—menyingkirkan pengkhususan bidang di pendidikan, bahkan bagi para mahasiswa yang berencana untuk menjadi spesialis yang paling berspesialisasi. Programnya dikenal sebagai Prakarsa R3 (*Rigor, Responsibility, Reproducibility*), dimulai dengan kelas antarbidang ilmu yang termasuk filosofi, sejarah, logika, etika, statistik, komunikasi, dan kepemimpinan. Sebuah kuliah yang berjudul "Bagaimana Kita Tahu Apa yang Benar?" memeriksa jenis bukti dalam sejarah dan antarbidang ilmu. Di kuliah "Anatomi dari Kesalahan Ilmiah", para mahasiswa menjadi detektif, memburu tanda-tanda pelanggaran atau metode yang buruk dalam riset yang nyata, sambil juga mempelajari bagaimana kesalahan dan kebetulan telah menjurus ke penemuan besar.

Ketika Casadevall menjelaskan visinya tentang pendidikan yang luas di suatu panel profesional pada 2016, seorang panelis dan editor dari *New England Journal of Medicine* (salah satu jurnal yang paling rentan mengalami penarikan artikel ilmiah di dunia) menentang bahwa akan konyol untuk menambah waktu pendidikan ke kurikulum yang sudah sangat padat bagi para dokter dan ilmuwan. "Menurut saya, pertahankan waktu yang sama dan kurangi penekanan pada semua materi didaktik," kata Casadevall. "Apakah kita benar-benar perlu menjalani kuliah dengan pengetahuan yang sangat khusus yang sering kali menyediakan sejumlah besar bahan yang sangat rinci, sangat khusus, sangat mendalam, dan akan sepenuhnya terlupakan dalam dua minggu? Terutama sekarang, ketika semua informasi ada di ponsel Anda. Kita mempunyai orang-orang

yang berjalan bersama semua pengetahuan tentang kemanusiaan di ponselnya, tetapi tidak mengetahui bagaimana cara memadukannya. Kita tidak mendidik orang untuk berpikir."

Para dokter dan ilmuwan sering kali bahkan tidak dididik dalam logika dasar yang melatarbelakangi alat-alat mereka sendiri. Pada 2013, sekelompok dokter dan ilmuwan memberi sejenis masalah yang selalu muncul di ilmu kedokteran kepada para dokter dan mahasiswa kedokteran yang berafiliasi dengan Harvard dan Boston University:

> Jika suatu pemeriksaan untuk mendeteksi penyakit yang prevalensinya adalah 1/1000 memiliki angka positif palsu sebesar 5%, bagaimana peluang dari orang yang memiliki hasil positif palsu itu untuk benar-benar memiliki penyakit itu, dengan asumsi bahwa Anda tidak tahu apa-apa tentang gejala atau tanda pada orang itu?

Jawaban yang benar adalah ada sekitar 2% peluang (tepatnya 1,96%) bahwa pasien itu benar-benar memiliki penyakit itu. Hanya seperempat dokter dan calon dokter yang menjawab dengan benar. Jawaban yang paling umum adalah 95%. Seharusnya itu menjadi masalah yang sangat sederhana bagi para profesional yang mengandalkan pemeriksaan diagnostik sebagai mata pencahariannya: dalam sebuah sampel yang terdiri dari 10.000 orang, 10 orang mengalami penyakit dan mendapatkan hasil positif sejati; 5% atau 500 orang, akan mendapatkan hasil positif palsu; dari 510 orang yang mendapat hasil positif, hanya 10 atau 1,96% yang benar-benar sakit. Masalah ini tidak intuitif, tetapi juga tidak sulit. Setiap mahasiswa kedokteran dan dokter memiliki kemampuan numerik untuk menyelesaikannya. Jadi, seperti yang diamati oleh James Flynn ketika ia menguji pemikiran dasar pada para mahasiswa yang cerdas, mereka tidak disiapkan untuk menggunakan alat-alat pikir yang lebih luas dari bidang ilmunya sendiri, walaupun mereka mampu.

"Menurut saya, setidaknya di bidang kedokteran dan sains dasar di mana kita mengisi orang-orang dengan fakta-fakta dari kuliah, yang kita perlukan hanyalah sejumlah latar belakang, lalu alat-alat untuk berpikir," kata Casadevall kepada saya. Kini, "segala sesuatu diatur dengan cara yang salah."

Ia membandingkan sistem yang ada kini dengan perkumpulan di abad pertengahan. "Sistem perkumpulan di Eropa muncul di Abad Pertengahan ketika seniman dan pedagang berusaha memelihara dan melindungi keterampilan serta bidang khusus mereka," tulisnya bersama seorang rekannya. "Meski perkumpulan seperti itu sering menghasilkan orang-orang yang sangat terlatih dan berspesialisasi yang menyempurnakan kemahirannya melalui magang yang lama, mereka juga mendorong konservatisme dan menghambat inovasi." Pendidikan dan insentif profesional masa kini diarahkan untuk mempercepat pengkhususan bidang dan menciptakan kepulauan intelektual.

Kini sedang tumbuh suatu industri konferensi yang hanya mengundang ilmuwan yang bekerja di satu mikroorganisme tertentu. Sementara itu, pemahaman yang utuh dari respons tubuh pada suatu sayatan kertas dihambat karena para hiperspesialis di bidang hematologi dan imunologi berfokus pada potongan teka-teki secara terpisah, walaupun respons imun adalah sebuah sistem yang terpadu.

"Anda bisa menghabiskan seluruh karier untuk satu jenis sel dan kemungkinan besar Anda akan bisa mempertahankan pekerjaan Anda dengan mendapatkan dana riset," kata Casadevall kepada saya. "Bahkan tidak ada tekanan untuk memadukan bidang-bidang ilmu. Malah sebenarnya, jika Anda menulis proposal untuk pendanaan penelitian tentang bagaimana sel B berpadu dengan *macrophage* [suatu interaksi dasar dari sistem imun]*, mungkin tidak akan

---

* Ketika bakteri memasuki sayatan, sel B melepaskan antibodi yang melekat ke bakteri dan mendorongnya ke arah *macrophage*, yang kemudian menghancurkan bakteri itu.

ada orang yang mau mempelajari proposal Anda. Jika proposal itu diajukan kepada orang-orang *macrophage*, mereka akan berkata, 'Ah, saya tidak tahu apa-apa tentang itu. Mengapa sel-sel B?' Sistem yang ada kini menahan orang untuk tetap berada di lubang galiannya sendiri. Pada dasarnya, kita mempunyai semua galian yang sejajar ini, dan sangat jarang seseorang berdiri dan benar-benar melihat ke galian di sebelahnya untuk melihat apa yang sedang mereka lakukan, padahal sering kali apa yang mereka lakukan itu sebenarnya saling berkaitan."*

Dengan mengganti beberapa istilah yang spesifik, kita bisa melihat sistem galian sejajar yang sama di banyak industri. Ketika saya sedang meriset untuk buku ini, seorang pejabat di U.S. Securities and Exchange Commission mengetahui bahwa saya sedang menulis tentang pengkhususan bidang dan menghubungi saya untuk memastikan saya mengetahui bahwa pengkhususan bidang telah berperan penting di krisis keuangan global pada 2008. "Para pengatur asuransi mengelola asuransi, pengatur bank mengelola bank, pengatur sekuritas mengelola sekuritas, dan pengatur konsumen mengelola konsumen," kata pejabat itu kepada saya. "Namun, persyaratan kredit berlaku di semua pasar itu. Jadi, kami mengkhususkan produk dan peraturan, lalu pertanyaannya adalah, 'Siapa yang melihat ke seluruh pasar itu?' Pendekatan khusus pada peraturan telah melalaikan isu-isu sistemik."

Pada 2015, Casadevall menunjukkan bahwa pendanaan riset biomedis meningkat tajam selama tiga puluh lima tahun terakhir, sementara penemuan baru malah mengalami pelambatan. Setelah puluhan tahun meningkat, harapan usia di negara-negara terdepan

---

* Malah sebenarnya, riset antarbidang ilmu terkadang disepelekan persis karena itu tidak menandakan pengkhususan bidang yang berlebihan. Ilmuwan Diana Rhoten dan Stephanie Pfirman menulis di *Inside Higher Ed* bahwa tampaknya perempuan lebih cenderung terlibat di riset antarbidang ilmu, tetapi mereka diberitahu untuk tidak mendorong perempuan muda untuk melakukan riset antarbidang ilmu "atau mereka tidak akan pernah dianggap serius."

di bidang biomedikal—seperti Inggris dan Amerika Serikat—akhir-akhir ini malah menurun. Setiap tahunnya, flu menjadi penyebab ratusan ribu orang di dunia meninggal selagi manusia melawannya dengan vaksin yang dibuat dengan susah payah sejak 1940-an. Ibu Casadevall saat ini berusia sembilan puluh tiga tahun dan menggunakan lima obat yang tersedia ketika Casadevall adalah dokter jaga pada 1980-an. "Dua dari obat itu lebih tua daripada saya," katanya, dan dua lainnya hanya sedikit lebih muda. "Saya tidak bisa percaya bahwa kita tidak bisa berbuat lebih baik." Ia berhenti sejenak, memiringkan kepalanya dan mencondongkan tubuhnya ke depan. "Jika Anda menulis proposal permohonan dana untuk riset antarbidang ilmu, lalu proposal itu diterima oleh orang-orang yang benar-benar berspesialisasi di bidang A atau B, dan mungkin jika Anda beruntung mereka memiliki kapasitas untuk melihat koneksi di antara batas muka A dan B," katanya kepada saya. "Semua orang mengakui bahwa kemajuan besar dibuat di perbatasan, tetapi siapa yang ada untuk membela perbatasan itu?"

Batas di antara berbagai pengkhususan bidang dan di antara para pencipta yang memiliki latar belakang yang berbeda telah dikaji dan patut untuk dibela.

Ketika para periset Northwestern dan Stanford menganalisis jejaring kerja yang bisa memunculkan kemenangan kreatif, mereka menemukan apa yang mereka anggap sebagai aturan "universal". Terlepas dari apakah mereka mengamati kelompok-kelompok riset di bidang ekonomi atau ekologi, atau tim-tim yang menulis, menggubah, dan memproduksi musikal Broadway, ekosistem yang tumbuh dengan subur memiliki batas-batas yang berpori di antara tim-timnya.

Di jejaring kerja profesional yang bertindak sebagai tanah subur untuk kelompok sukses, orang-orangnya dengan mudah bergerak di antara tim-tim, melintasi batas organisasional dan bidang ilmu serta menemukan kolaborator baru. Sebaliknya, je-

jaring kerja yang melahirkan tim-tim yang tidak sukses dipecah menjadi kelompok-kelompok kecil yang saling terpisah di mana orang-orang yang sama bekerja sama berulang kali. Mungkin efisien dan nyaman, tetapi jelas bukan mesin yang kreatif. "Seluruh jejaring kerja tampak berbeda ketika Anda membandingkan tim yang sukses dengan tim yang tidak sukses," kata Luís A. Nunes Amaral, seorang fisikawan Northwestern yang mempelajari jejaring kerja. Komentar Amaral ini tidak membandingkan tim-tim perorangan, tetapi ekosistem yang lebih besar yang menumbuhkan pembentukan tim yang sukses.

Nasib komersial dari Broadway selama era tertentu—entah itu nasib baik atau nasib buruk—tidak terlalu berkaitan dengan nama-nama pemanggung tersohor tertentu dan lebih berkaitan dengan ada atau tidak pencampuran dan kecocokan yang sangat hidup dari para kolaboratornya. Pada 1920-an, ada lusinan pertunjukan bersama Cole Porter, Irving Berlin, George Gershwin, Rodgers, dan Hammerstein (meski belum bekerja sama), serta juga angka kejatuhan yang sangat tinggi, 90%, untuk pertunjukan baru. Itu adalah masa dari tim-tim yang mandek, penuh dengan kolaborasi yang berulang dan jarang melintasi batas.

Kolaborasi yang baru memungkinkan para pencipta "mengambil ide-ide tradisional di satu area dan membawanya ke area yang baru, di mana tiba-tiba mereka dilihat sebagai penemuan baru," kata sosiolog Brian Uzzi, kolaborator Amaral. Kreativitas manusia, katanya, pada dasarnya adalah "bisnis impor/ekspor gagasan."

Uzzi mendokumentasikan suatu tren impor/ekspor yang dimulai di ilmu-ilmu fisikal dan sosial pada 1970-an, pra-internet: tim-tim yang lebih sukses cenderung memiliki anggota yang lebih berjauhan. Tim-tim yang melibatkan anggota-anggota dari lembaga yang berlainan cenderung lebih sukses dibandingkan tim yang tidak memiliki anggota dari lembaga yang berlainan, dan tim-tim yang melibatkan anggota yang berposisi di negara yang berlainan juga memiliki keunggulan untuk sukses.

Selaras dengan model impor/ekspor, para ilmuwan yang pernah bekerja di luar negeri—terlepas dari apakah mereka kembali atau tidak—memiliki kemungkinan yang lebih tinggi untuk membuat dampak ilmiah yang lebih besar dibandingkan ilmuwan yang tidak pernah bekerja di luar negeri. Para ekonom yang mendokumentasikan tren itu mengatakan salah satu alasannya adalah peluang "arbitrase" para migran, peluang untuk mengambil gagasan dari satu pasar dan mendatangkannya pasar yang lain di mana gagasan itu lebih langka dan dihargai.* Ini menggemakan nasihat Oliver Smithies untuk mendatangkan keterampilan baru ke masalah lama atau masalah baru ke keterampilan lama. Kombinasi yang tidak biasa dari bentuk-bentuk yang biasa—misalnya, hip-hop, musikal Broadway, dan biografi sejarah Amerika—bukanlah strategi yang sekadar kebetulan dari bisnis pertunjukan.

Uzzi dan sebuah tim menganalisis delapan belas juta makalah dari berbagai bidang ilmiah untuk melihat apakah kombinasi pengetahuan yang tidak biasa itu memang penting. Jika suatu makalah mengutip area riset lainnya yang jarang, atau mungkin tidak pernah, muncul bersama, maka itu diklasifikasikan sebagai makalah yang menggunakan kombinasi pengetahuan yang tidak biasa. Sebagian besar makalah hanya mengandalkan kombinasi konvensional dari pengetahuan sebelumnya. Artinya, mereka mengutip karya dari jurnal lain yang sering muncul bersama-sama di daftar rujukan kajian lainnya. Makalah-makalah yang "*hit*", makalah yang selama dekade berikutnya digunakan oleh sejumlah besar ilmuwan lainnya, bercirikan banyak kombinasi konvensional, tetapi juga menambahkan suntikan kombinasi pengetahuan yang tidak biasa.

---

* Ketika Dean Keith Simonton—periset kreativitas—mempelajari sejarah inovasi di Jepang, negara yang berfluktuasi dari sangat tertutup dan sangat terbuka kepada dunia, ia melihat bahwa ledakan kreatif di berbagai bidang mulai dari penulisan fiksi dan puisi sampai keramik dan kedokteran terjadi setelah letupan imigrasi.

Sebuah tim internasional yang terpisah menganalisis lebih dari setengah juta artikel riset dan mengklasifikasikan sebuah makalah sebagai "baru" jika ia mengutip dua jurnal lain yang sebelumnya *tidak pernah* muncul bersamaan. Hanya satu dari setiap sepuluh makalah yang membuat kombinasi baru, dan hanya satu dari setiap dua puluh makalah yang membuat kombinasi baru yang majemuk.

Kelompok ini melacak dampak makalah riset dalam suatu tenggang waktu. Mereka melihat bahwa makalah yang mengandung kombinasi pengetahuan baru mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk diterbitkan di jurnal-jurnal yang kurang bergengsi dan juga lebih mungkin untuk diacuhkan ketika diterbitkan. Mereka memulai dengan lambat di dunia, tetapi setelah tiga tahun, makalah yang mengandung kombinasi pengetahuan baru bisa menyusul makalah tradisional dan mulai lebih banyak dikutip oleh ilmuwan lain. Lima belas tahun setelah diterbitkan, kajian-kajian yang menggunakan kombinasi pengetahuan baru yang majemuk adalah *jauh* lebih mungkin untuk berada di kelompok 1% teratas dari makalah yang paling banyak dikutip.

Untuk meringkas: karya yang membangun jembatan di antara potongan pengetahuan yang terpisah memiliki kemungkinan yang lebih kecil untuk didanai dan untuk muncul di jurnal terkenal, lebih mungkin untuk diacuhkan saat diterbitkan, dan dalam jangka panjang, lebih mungkin untuk mencapai puncak di perpustakaan pengetahuan manusia.

Casadevall memimpin dengan teladan. Perbincangan dengannya memiliki kemungkinan untuk melibatkan *Anna Karenina, Federalist Papers,* kenyataan bahwa Isaac Newton dan Gottfried Leibniz adalah filsuf sekaligus ilmuwan, mengapa Kekaisaran Roma tidak lebih inovatif, serta satu poin tentang *mentoring* dalam bentuk penggambaran tokoh Mentor dari *Odyssey* karya Homer. "Saya mengupayakannya," katanya, menyeringai. "Saya selalu menasihati

orang-orang untuk membaca di luar bidangnya, setiap hari membaca sesuatu. Dan kebanyakan orang berkata, 'Ah, saya tidak punya waktu untuk membaca di luar bidang saya.' Saya berkata, 'Tidak, kau punya waktu, ini jauh lebih penting.' Dunia Anda menjadi dunia yang lebih besar, dan mungkin ada momen di mana Anda membuat koneksi."

Salah satu proyek Casadevall lahir dari sebuah artikel berita yang ia baca tentang robot yang dikirim ke situs kecelakaan nuklir Chernobyl, yang masih sangat tercemar tiga puluh tahun pascabencana. Kebetulan artikel itu menyebut bahwa robot kembali dengan sejumlah jamur hitam, mirip tirai kamar mandi yang berjamur, dan jamur itu telah mengoloni reaktor yang telah ditinggalkan itu. "Jadi, mengapa jamur hitam?" tanya Casadevall dengan iseng. "Lalu, satu hal menjurus ke hal lainnya." Casadevall dan rekan-rekannya membuat penemuan yang luar biasa—bahwa jamur itu memberi makan dirinya dengan radiasi. Bukan dengan bahan radioaktif—tetapi radiasi itu sendiri.

Casadevall memastikan untuk menekankan pengalaman di luar laboratorium dan bagaimana semua pengalaman itu telah menjadikan dirinya di saat ini. Keluarganya meninggalkan Kuba dan tiba di Queens saat ia berusia sebelas tahun. Di usia enam belas tahun, ia mendapatkan pekerjaan pertamanya, di McDonald's, dan bekerja di sana sampai usia dua puluh tahun. Itu masih tercantum di riwayat hidupnya, dan ia memastikan untuk membahasnya di wawancaranya di Johns Hopkins. "Itu adalah pengalaman yang sangat besar," katanya kepada saya. "Saya banyak belajar saat bekerja di sana." Misalnya cara menangani tekanan. Adiknya juga bekerja di sana dan untuk beberapa waktu ditawan dalam suatu perampokan. "Ia menghabiskan dua hari sebagai saksi di pengadilan di mana para pengacara menertawakan aksen bicaranya," kenang Casadevall. "Ia keluar dari pengadilan siap untuk bersekolah hukum. Sekarang ia adalah pengacara pengadilan yang sukses." Setelah McDonald's, Casadevall bekerja sebagai *teller* bank. ("Bank itu juga dirampok!")

Ayahnya menginginkan ia memiliki sesuatu yang praktis untuk mendukung hidupnya, jadi ijazah pengendalian hama dari perguruan tinggi komunitas setempat menggantung di dinding kantornya, di dekat sertifikat keterpilihannya dalam National Academy of Medicine yang bergengsi.

Casadevall terkenal di bidang kemahirannya. Ia tidak mengalami masalah untuk mendapatkan dana riset dan sering kali menjadi salah seorang ilmuwan yang membantu menentukan siapa lagi yang akan mendapatkan dana. Ia adalah seorang pemenang jika *status quo* pengkhususan bidang berlanjut. Namun begitu, ia menganggap upayanya untuk menghancurkan pengkhususan bidang sebagai karya yang paling penting dalam hidupnya. Ia percaya bahwa semakin jauh ilmu dasar beralih dari penjelajahan yang berputar-putar demi efisiensi, maka semakin kecil peluangnya untuk menyelesaikan tantangan terbesar dari kemanusiaan.

Laszlo Polgar, di tengah eksperimen caturnya bersama putri-putrinya, mengumumkan bahwa "masalah kanker dan AIDS" akan lebih mungkin untuk diselesaikan jika sistem pengkhususan bidang serta pendidikannya yang terbatas dan efisien digunakan lebih jauh dari dunia catur, untuk mendidik seribu anak. Casadevall adalah mahasiswa sejarah inovasi. Ia dibesarkan sebagai dokter dan ilmuwan ketika HIV/AIDS meledak menjadi wabah, dan ia sangat tidak setuju. "Ketika memasuki sekolah kedokteran, saya diajari bahwa tidak ada penyakit manusia yang disebabkan oleh retrovirus, bahwa retrovirus hanyalah misteri kecil yang muncul di beberapa tumor hewan. Pada 1981, muncul suatu penyakit baru yang tidak dikenal oleh siapa pun. Pada 1984, ternyata ditemukan bahwa penyakit itu disebabkan oleh retrovirus, HIV. Pada 1987, kita menemukan terapi pertama untuk HIV. Pada 1996, kita menemukan terapi yang efektif sehingga tidak ada lagi orang yang harus meninggal karena HIV. Bagaimana itu terjadi? Apakah karena perusahaan tiba-tiba bergegas membuat obat? Tidak. Jika kita benar-benar melihat kembali dan menganalisis, sebelum masa itu, masyarakat

telah menghabiskan sejumlah uang yang telah didapatkan dengan susah payah untuk mempelajari sebuah misteri kecil yang bernama retrovirus. Hanya sebuah misteri kecil pada hewan. Jadi, saat ditemukan bahwa HIV disebabkan oleh retrovirus, kita sudah mengetahui bahwa jika kita mengganggunya dengan protease [sejenis enzim], kita bisa memadamkan aktivitasnya. Jadi, ketika HIV tiba, masyarakat sudah mempunyai cadangan pengetahuan yang *sangat besar* dari investasi yang telah dituang untuk mengamati misteri yang saat itu tidak ada gunanya. Sangatlah mungkin bahwa jika Anda menggunakan seluruh pendanaan riset di negara ini untuk meneliti penyakit Alzheimer, Anda tidak akan pernah mendapat jalan keluar. Namun, jawaban terhadap penyakit Alzheimer datang dari suatu protein yang keliru melipat di ketimun. Namun, bagaimana Anda akan menulis proposal untuk pendanaan riset tentang ketimun? Dan kepada siapa Anda akan mengirimnya? Jika seseorang berminat pada protein yang melipat di ketimun dan itu adalah pertanyaan ilmiah yang baik, biarkan saja orang itu. Biarkan dia menyiksa ketimun."

Poin yang ingin ditunjukkan oleh Casadevall adalah bahwa ekosistem inovasi harus dengan sengaja memelihara keragaman dan ketidakefisienan. Ia sedang berjuang melawan arus.

Pada 2006, ketika memulai profesi di bidang jurnalisme, saya duduk di dengar pendapat kebijakan pendanaan dari subkomite Senat Amerika Serikat untuk sains dan antariksa, yang diketuai oleh senator Texas, Kay Bailey Hutchison. Hutchison harus memeriksa setumpuk proposal riset dan membaca judulnya dengan lantang. Jika judul itu tidak langsung berkaitan dengan penciptaan teknologi komersial yang baru, ia menyingkirkannya dari tumpukan dan bertanya kepada anggota bagaimana hal seperti itu akan membantu negara lebih maju dibandingkan India dan China. Di antara bidang-bidang ilmu yang diklasifikasikan oleh Hutchison sebagai mengalihkan dari inovasi teknologi adalah biologi, geologi,

ekonomi, dan arkeologi. Orang lain hanya bisa menebak bagaimana ia akan menilai riset Louis Pasteur (yang memulai sebagai seorang seniman) pada ayam-ayam yang terkena kolera, yang menjuruskannya untuk menciptakan vaksin di laboratorium. Atau gagasan heboh Einstein untuk meneliti apakah waktu berjalan secara berbeda di gravitasi tinggi dan rendah, bagian dari sebuah teori yang esensial bagi beberapa teknologi yang bermanfaat—misalnya ponsel—yang menggunakan satelit pemosisian global (GPS) dengan jam yang telah diselaraskan dengan gravitasi dan yang selaras dengan jam-jam di seluruh Bumi.

Pada 1945, mantan dekan MIT, Vannevar Bush, yang mengawasi sains militer Amerika Serikat selama Perang Dunia II—termasuk produksi massal penisilin dan Manhattan Project—menulis sebuah laporan atas permintaan Presiden Franklin Roosevelt di mana ia menjelaskan budaya inovasi yang sukses. Laporan itu berjudul "Science, the Endless Frontier" ("Sains, Garis Depan yang Tak Berbatas"), yang menjurus ke penciptaan National Science Foundation yang mendanai penemuan ilmiah yang sangat sukses selama tiga generasi, mulai dari radar Doppler dan serat optik sampai peselancar web dan MRI. "Kemajuan ilmiah di garis depan yang luas adalah hasil dari permainan bebas para intelektual bebas, yang mengerjakan subjek-subjek pilihannya sendiri," tulis Bush, "dengan cara yang dituntun oleh keingintahuan mereka untuk menjelajahi wilayah asing."

Akhir-akhir ini ada sebuah fenomena misterius yang muncul nyaris setahun sekali ketika Penghargaan Nobel dianugerahkan. Seseorang yang menerima Penghargaan Nobel itu menjelaskan bahwa terobosan mereka tidak akan bisa terjadi di hari ini. Pada 2016, Yoshinori Ohsumi—biolog Jepang—menutup pidato Nobelnya dengan muram: "Penemuan yang benar-benar orisinal dalam sains sering kali dipicu oleh penemuan kecil yang tak diduga dan tak diramalkan .... Kini, ilmuwan semakin diwajibkan untuk menyediakan bukti yang langsung dan penerapan praktis dari karyanya."

Itu adalah kepercayaan pada awal yang lebih dini; para penjelajah harus mengejar tujuan khusus yang terbatas dengan hiperefisiensi yang sedemikian rupa sehingga mereka bisa mengatakan apa yang akan mereka temukan sebelum mereka mencarinya.

Seperti Casadevall, Ohsumi tahu bahwa penerapan adalah tujuan akhir, tetapi pertanyaannya adalah bagaimana cara terbaik untuk tiba di sana. Ada begitu banyak lembaga yang berfokus ketat pada penerapan. Beberapa di antaranya telah muncul di buku ini. Mengapa mengkhususkan seluruh dunia riset dengan cara seperti itu? "Permainan bebas" para intelektual kedengarannya sangat tidak efisien, persis seperti permainan bebas dari para pemain sepak bola yang sedang berkembang yang sebenarnya selalu bisa digenjot untuk berlatih melakukan keterampilan tertentu. Hanya sesudah seseorang benar-benar meluangkan waktu untuk mempelajari bagaimana terjadinya terobosan, atau bagaimana berkembangnya para pemain yang dibesarkan untuk mengisi tim Jerman yang memenangkan Piala Dunia 2014, "para pemain ini melakukan latihan yang tidak terlalu terstruktur ... tetapi lebih banyak kegiatan bermain."

Pada intinya, semua pengkhususan bidang yang berlebihan adalah dorongan yang bermaksud baik untuk efisiensi—cara yang paling efisien untuk mengembangkan suatu keterampilan olahraga, merakit suatu produk, belajar memainkan alat musik, atau mengerjakan teknologi baru. Namun, ketidakefisienan juga perlu ditumbuhkan. Kearifan dari perkembangan yang efisien dan berfokus seperti laser ala Polgar terbatas pada lingkungan pembelajaran yang ramah dan dibangun dengan terbatas.

"Ketika Anda mendorong batas, sebagian besar darinya hanyalah soal pelacakan. Itu *harus* tidak efisien," kata Casadevall kepada saya. "Yang benar-benar sudah hilang adalah waktu untuk bicara dan menyintesis. Orang-orang meraih makan siang dan membawanya ke kantor. Mereka merasa makan siang tidaklah efisien, tetapi sering kali justru itulah saat yang terbaik untuk mendiskusikan gagasan dan membuat koneksi."

Ketika insinyur Bill Gore meninggalkan DuPont untuk membentuk perusahaan yang kelak menciptakan Gore-Tex, ia membentuknya setelah pengamatannya bahwa perusahaan-perusahaan melakukan karya kreatif yang paling berdampak di saat krisis, karena batas-batas bidang ilmu sedang menghilang. Ia pernah berkata, "Komunikasi benar-benar terjadi di mobil jemputan." Ia memastikan bahwa "waktu untuk mencoba-coba" adalah bagian pokok dari budaya perusahaannya.

KESIMPULAN

Meluaskan Keragaman Anda

KETIKA SAYA MULAI menulis dan bicara tentang data yang menunjukkan bahwa para atlet yang kemudian menjadi atlet elite biasanya *bukan* orang yang mengambil pengkhususan bidang sejak dini, reaksi (terutama dari orangtua) yang muncul bisa dimasukkan ke dua kategori: (1) Sekadar tidak percaya, tidak mungkin benar; dan (2) "Jadi, dalam satu kalimat, apa nasihatnya?" Jadi apa satu kalimat nasihat yang bisa merangkul keluasan dan perjalanan eksperimentasi yang diperlukan jika Anda, seperti Van Gogh, Andre Geim, atau Frances Hesselbein, ingin tiba di tempat yang optimal? Seperti jalan yang dilalui oleh orang-orang itu, penjelajahan saya terhadap keluasan dan pengkhususan bidang tidaklah efisien, dan apa yang dimulai sebagai pencarian akan satu kalimat nasihat itu malah berakhir sebagai buku ini.

Jika dikisahkan kembali untuk media populer, kisah-kisah inovasi atau penemuan diri bisa tampak seperti perjalanan yang teratur dari A ke B. Seperti potongan kisah yang menginspirasi dari perjalanan atlet elite bisa tampak lurus-lurus saja, tetapi biasanya kisah-kisah itu menjadi lebih keruh ketika ditelaah secara mendalam atau setelah berjalannya waktu. Gagasan yang populer dari jalan Tiger meminimalkan peran jalan putar, keluasan, dan eksperimen-

tasi. Jalan Tiger itu menarik karena ia adalah resep yang rapi, lebih pasti, dan sangat efisien. Bagaimanapun, siapa yang tidak menyukai awal yang lebih maju? Eksperimentasi bukanlah resep yang rapi, tetapi cukup umum, memiliki kelebihan, dan membutuhkan lebih dari sekadar kata-kata manis di poster motivasional untuk meno-leransi kegagalan. Terobosan sangat tidak konsisten.

Dean Keith Simonton—periset kreativitas—telah menunjukkan bahwa semakin banyak karya yang diciptakan oleh pencipta yang terkemuka, semakin banyak kegagalan yang mereka buang dan semakin tinggi peluangnya akan sukses ala supernova. Thomas Edison memegang lebih dari seribu hak paten, sebagian besar di antaranya sama sekali tidak penting, dan masih lebih banyak lagi yang ditolak. Kegagalannya luar biasa banyak, tetapi keberhasil-annya—bola lampu yang bisa dipasarkan secara massal, fonograf, pendahulu dari proyektor film—mengguncang bumi. Terjepit di antara *King Lear* dan *Macbeth,* Shakespeare melipat naskah *Timon of Athens*. Pemahat Rachel Whiteread mencapai kesuksesan yang mirip dengan Ig Nobel/Nobel gandanya Geim: ia adalah perempu-an pertama yang pernah memenangkan Turner Prize—pengharga-an Inggris untuk produksi artistik terbaik di tahun itu—dan juga "Anti-Turner Prizer" untuk seniman Inggris yang terburuk. Dan ia memenangkan keduanya *di tahun yang sama.* Ketika sedang meriset sejarah permainan video untuk menulis tentang Nintendo, saya mengetahui bahwa Howard Scott Warshaw, yang sekarang adalah psikoterapis, adalah perancang permainan video Atari yang meng-gunakan teknologi sangat terbatas dengan cara yang penuh daya untuk membuat permainan fiksi-ilmiah *Yar's Revenge*. Itu adalah judul orisinal terlaris untuk peranti Atari 2600 di awal 1980-an ketika Atari menjadi perusahaan yang tumbuh paling cepat dalam sejarah Amerika Serikat. Di tahun yang sama, Warshaw merancang adaptasi Atari dari film *E.T.* Sekali lagi, ia bereksperimen dengan teknologi yang terbatas. Kali ini, permainannya gagal dengan be-

gitu buruk sehingga disebut sebagai kegagalan komersial terbesar dalam sejarah permainan video dan disalahkan untuk kemusnahan seluruh Atari Inc. nyaris dalam satu malam.*

Itulah yang terjadi di jalan yang tidak teratur dari eksperimentasi. Para pencipta orisinal cenderung banyak memukul bola dan luput, tetapi mereka juga memukul bola dengan sangat sukses, meskipun begitu, analogi bisbol ini tidaklah benar-benar adil. Seorang penulis bisnis, Michael Simmons, mengatakan, "Bisbol mengerdilkan distribusi hasil. Ketika Anda mengayunkan tongkat pemukul, terlepas dari seberapa bagusnya pukulan Anda, paling banyak Anda hanya bisa mencetak empat angka." Di dunia yang lebih luas, "sesekali, ketika Anda maju ke posisi untuk memukul bola, Anda bisa mencetak 1.000 angka." Bukan berarti penciptaan terobosan adalah soal keberuntungan, meskipun itu bisa menolong, tetapi bahwa penciptaan terobosan itu sulit dan tidak konsisten. Pergi ke tempat yang belum pernah didatangi orang adalah sebuah situasi yang "culas", bukan situasi yang "ramah". Tidak ada rumus yang pasti atau sistem umpan balik yang sempurna untuk diikuti. Ini mirip dengan bursa saham; jika Anda menginginkan ketinggian langit, Anda harus menoleransi banyak kerendahan. Seperti yang dikatakan oleh pendiri InnoCentive, Alph Bingham, kepada saya, "pada awalnya terobosan dan mitos sangat mirip."

Pertanyaan yang ingin saya jelajahi adalah bagaimana cara menangkap dan menumbuhkan daya dari keluasan, pengalaman yang beragam, dan penjelajahan antarbidang ilmu, di dalam sistem-sistem yang semakin menuntut pengkhususan bidang yang berlebihan, dan apakah Anda terlebih dulu memutuskan harus menjadi sia-

---

* Kejatuhan permainan *E.T.* begitu melegenda sehingga melahirkan legenda "Pemakaman Besar Permainan Video pada 1983", bahwa Atari mengubur jutaan permainan videonya di tempat pembuangan sampah di New Mexico. Pada 2014, situs itu digali sebagai bagian dari suatu film dokumenter. Di situs itu memang terdapat permainan video *E.T.* yang telah dikubur, tetapi jelas jumlahnya bukan jutaan.

pakah diri Anda sebelum Anda menemukan siapa diri Anda yang sesungguhnya.

Di awal buku ini, saya telah membahas atlet dan musisi, karena praktisnya mereka sinonim dengan pengkhususan bidang dini. Namun, di antara para atlet yang menjadi atlet elite, norma yang ada adalah pengalaman dini yang luas serta pengkhususan bidang yang tertunda. Musisi mencapai kehebatan melalui jalan yang luar biasa beragam, tetapi pengkhususan bidang sejak dini yang berlebihan sering kali tidak diperlukan untuk perkembangan keterampilan dan di bidang-bidang yang lebih improvisasional, pengkhususan bidang sejak dini yang berlebihan adalah barang langka—walaupun, seperti di olahraga, banyak orang dewasa memiliki kepentingan keuangan yang sangat besar untuk menjadikan pengkhususan bidang sejak dini yang berlebihan itu sebagai hal yang sangat penting. Sviatoslav Richter adalah salah satu pianis terbesar di abad kedua puluh; ia memulai pelajaran musik resmi di usia dua puluh dua tahun. Steve Nash adalah orang Kanada dengan ukuran tubuh relatif normal yang baru bermain basket pada usia tiga belas tahun; ia memenangkan penghargaan MVP NBA, dua kali. Saat menulis buku ini, saya sedang mendengarkan pemain biola profesional yang mulai bermain biola di usia delapan belas tahun. Tentu saja ia diberitahu untuk berhenti sebelum memulai karena dianggap sudah terlalu tua. Sekarang, ia sengaja mengajar para pemula dewasa. Narasi tentang pengkhususan bidang yang rapi tidak mudah untuk dicocokan ke kisah di bidang-bidang yang bahkan relatif ramah ini, yang telah sangat sukses dalam memasarkan narasi pengkhususan bidang itu.

Jadi, tentang nasihat satu kalimat itu: Jangan merasa ketinggalan. Dua sejarawan Roma mencatat bahwa ketika masih muda, Julius Caesar melihat patung Alexander the Great di Spanyol dan menangis. "Alexander di usia saya telah menaklukkan begitu banyak bangsa, dan sejauh ini saya tidak berbuat apa pun yang bisa dikenang," katanya. Segera saja kekhawatiran itu menjadi kenangan di kejauhan dan Caesar mengepalai Republik Roma—yang ia ubah

menjadi kediktatoran sebelum ia dibunuh oleh teman-temannya sendiri. Cukup adil untuk dikatakan bahwa seperti kebanyakan atlet muda dengan kisah yang menonjol, ia mencapai puncak di saat dini. Bandingkan diri Anda dengan diri Anda di hari kemarin, bukan dengan orang-orang yang lebih muda yang bukan Anda. Setiap orang maju dengan kecepatan yang berbeda, jadi jangan biarkan orang lain membuat Anda merasa ketinggalan. Mungkin Anda bahkan tidak tahu dengan pasti ke mana Anda menuju, jadi merasa ketinggalan tidaklah membantu. Seperti yang diusulkan oleh Herminia Ibarra, proaktiflah mengejar kualitas kecocokan, mulailah merencanakan eksperimen. Mungkin eksperimen Jumat malam atau Sabtu pagi versi Anda sendiri.

Dekati perjalanan dan proyek-proyek Anda sendiri seperti Michelangelo mendekati sebalok marmer, bersedia untuk belajar dan menyesuaikan sambil berjalan, bahkan bersedia untuk meninggalkan tujuan sebelumnya dan berganti arah jika itu memang diperlukan. Riset pada para pencipta di berbagai bidang—mulai dari inovasi teknologi sampai buku komik—telah menunjukkan bahwa sebuah kelompok yang terdiri dari beragam spesialis tidak sepenuhnya bisa menggantikan kontribusi dari perorangan yang memiliki minat luas. Bahkan ketika Anda beralih dari satu area pekerjaan atau satu bidang tertentu, pengalaman itu tidaklah sia-sia.

Akhirnya, ingatlah bahwa tidak ada yang, pada dasarnya, keliru dari pengkhususan bidang. Pada suatu titik dan sampai batas tertentu, kita semua melakukan pengkhususan bidang. Percikan awal minat saya pada topik pengkhususan bidang ini datang ketika saya membaca artikel-artikel yang viral dan mendengarkan pembicara-pembicara utama konferensi yang menawarkan pengkhususan bidang sejak dini yang berlebihan sebagai semacam kunci utama, resep yang akan menyelamatkan Anda dari penyia-nyiaan waktu dari pengalaman yang beragam dan eksperimentasi. Saya harap saya telah menambah beberapa gagasan pada diskusi itu, karena riset di banyak area telah menunjukkan bahwa pengembaraan mental dan

eksperimentasi pribadi adalah sumber dari daya kekuatan, dan awal yang lebih dini adalah sesuatu yang terlalu dibesar-besarkan. Seperti yang ditulis oleh hakim Mahkamah Agung Oliver Wendell Holmes seabad yang lalu tentang pertukaran yang bebas dari gagasan, "Itu adalah eksperimen, seperti hidup itu sendiri adalah eksperimen."

Ucapan Terima Kasih

SAYA MEMANDANG PENULISAN BUKU seperti lari di Maraton 800—tersiksa di tengah jalan, tetapi jika Anda mengamati Catatan Pribadi Anda atau telah menuang upaya yang maksimal, Anda akan menoleh ke belakang dan berkata, “Ah, itu tidak *terlalu* buruk.” Sebenarnya siksaan itu buruk, tetapi bagaimanapun seharusnya Anda melakukannya lagi.

Ketika saya sedang mengerjakan buku ini, ada begitu banyak hal keren yang mewujud. Misalnya: Saya sangat banyak belajar. Selain itu, pada suatu hari ketika otak saya menjadi terlalu panas, seekor burung *cardinal*, *blue jay*, dan *oriole* muncul di dekat ambang jendela—itu semua adalah burung maskot tim-tim Bisbol Liga Utama. Itu tidak pernah terjadi sebelumnya.

Terima kasih, pertama-tama kepada seluruh tim di Riverhead, terutama editor saya, Courtney Young. Courtney agak membuat saya takut ketika kami pertama kali menyepakati untuk bersama-sama mengerjakan proyek buku ini dengan mengatakan sesuatu seperti, “Saya akan cemas jika saya tidak kenal dengan Anda.” [Saya menelan ludah.] Lalu, ia melanjutkan dengan merespons seperti seorang pelatih hebat yang sedang mengembangkan seorang atlet; ia membiarkan saya terlibat di kegiatan yang luas, yang saya

arahkan sendiri, dan ketika dua tahun kemudian saya muncul lagi ke permukaan dengan sebuah naskah yang terlalu panjang, ia berganti persneling dan merespons keinginan saya akan umpan balik yang cepat dan sering saat saya mengurangi ukuran dan bentuk buku ini. Ketika waktunya tiba, ia memberi umpan balik yang menjadikan suatu lingkungan pembelajaran yang culas menjadi sedikit ramah. ("Ya, saya menyukainya; tetapi dia terdengar seperti orang yang memiliki *gnome* ajaib."—umpan baliknya untuk apa yang ia anggap sebagai penjelasan yang berlebih-lebihan.). Bagaimanapun, ia memiliki keragaman yang luas; ia hampir saja menjadi seorang insinyur.

Terima kasih kepada agen saya, Chris Parris-Lamb, yang menyelesaikan New York City Marathon di urutan ke-235 yang memang penting, tetapi tidak sepenting misi gerakannya yang—sejauh saya tahu—adalah membantu penulis mendapatkan kebebasannya. Dengan menggunakan analogi olahraga, strategi saya untuk bekerja bersama seorang agen adalah merekrut atlet terbaik yang ada lalu menyingkir dari jalan.

Terima kasih kepada semua orang yang telah ikut berperan dalam proses pemeriksaan fakta yang sangat menyiksa, terutama kepada Emily Krieger dan Drew Bailey, dan orang-orang yang telah kami wawancarai yang telah memberi waktunya (terkadang berulang kali) agar saya bisa merecoki mereka dengan hal-hal yang sudah pernah mereka ceritakan kepada saya. Terima kasih kepada Masaharu Kawamata dan Tyler Walker untuk bantuan terjemahan bahasa Jepangnya.

Terima kasih kepada Malcolm Gladwell. Pertama kali kami bertemu adalah untuk berdebat di MIT Sloan Sports Analytics Conference, yang diberi judul "10.000-hours vs The Sports Gene" ("10.000 jam versus Gen Olahraga") yang diunggah di YouTube. Ternyata itu menjadi diskusi yang hebat, dan saya rasa kami berdua membawa pulang beberapa pemikiran baru. Ia mengundang saya untuk latihan interval hari berikutnya, lalu sekali lagi, kami bicara (hanya saat pemanasan) tentang seluruh gagasan "Roger vs. Tiger".

Diskusi itu tersimpan di suatu tempat di kepala saya dan muncul kembali ketika saya berinteraksi dengan Tillman Scholars. Tanpa diskusi itu, saya tidak yakin bahwa saya akan menjelajahi topik ini. Seperti yang ditulis oleh psikolog Howard Gruber, "Ide-ide tidak benar-benar hilang, mereka diaktifkan kembali ketika diperlukan."

Buku ini adalah tantangan organisasional terbesar yang pernah saya hadapi; mencaritahu bagaimana caranya mengumpulkan informasi, apa yang perlu dimasukkan, lalu di mana menempatkannya, berulang kali itu sangat membebani saya. Ada sebuah kutipan yang terus muncul di benak saya: "Ini mirip dengan bergulat dengan gorila. Kau tidak menyerah ketika lelah, kau menyerah ketika gorila lelah." Apa pun penerimaan sang gorila, saya bangga karena saya terus kembali untuk mendapatkan lebih banyak. Dan saya berterima kasih kepada teman-teman serta keluarga yang mendukung saya dan mau menerima jawaban "mudah-mudahan tahun depan" dari saya untuk begitu banyak pertanyaan mereka. Percayalah, bukannya saya tidak menginginkan tiket ke apa yang saya sukai. Hanya saja, seperti yang diketahui oleh setiap anggota keluarga saya, kata-kata sehari-hari saya adalah: "Jika buku saya sudah selesai". Para pendukung itu adalah: Saudara saya, Daniel (yang respons antusiasnya terhadap ocehan saya tentang ide-ide di Bab 4 meyakinkan saya untuk menuliskannya); saudari saya, Charna (mungkin ia membeli semua buku dari buku terdahulu saya); orangtua saya, Mark dan Eve, yang selalu menunggu sampai saya sudah melakukan sesuatu yang konyol sebelum mereka turun tangan, dan bukan melarang sebelumnya. Itu memungkinkan periode pencicipan yang sangat hidup. Terima kasih kepada "Prince Andrei", kau tahu siapa dirimu ketika membaca ini; dan kepada keponakan saya, Sigalit Koufax (ya, Koufax yang itu) Epstein-Pawar, dan ayahnya Ameya; serta kepada Andrea dan John untuk dukungan moral dan kalorinya, dan seluruh keluarga Weiss dan Green. Terima kasih khusus kepada Liz O'Herrin dan Mike Christman yang telah melibatkan saya dengan Tillman Foundation; kepada Steve Mesler yang telah melibatkan

saya dengan Classroom Champions; kepada almarhum teman saya Kevin Richards, tanpa dia mungkin saya tidak akan menjadi seorang penulis sains; dan kepada teman saya Harry Mbang, yang tidak pernah tidak siap untuk pergi ke toko buku di tengah malam. Terima kasih kepada seluruh keluarga Chalkbeat—tetaplah berenang.

Terima kasih khusus kepada Toru Okada, Alice, Natasha Rostova, Katurian K. Katurian, Petter dan Mona Kummel, Nate River, Gbessa, Benno von Archimboldi, Tony Webster, Sonny bersaudara, Tony Loneman, trio Tommy, Doc, dan Maurice, Braiden Chaney, Stephen Florida, serta banyak tokoh lain yang bersiteguh mengajari saya menulis. Saya harap orang-orang yang namanya terlewatkan akan mau memaafkan saya.

Saya merasa agak seperti Inigo Montoya setelah akhirnya selesai: Sekarang apa? Namun, saya satu juta kali lebih bersemangat dan tidak takut tentang "Sekarang apa?" dibandingkan sebelum saya melakukan riset untuk buku ini. Saya menutup ucapan terima kasih di buku terdahulu saya dengan sebuah catatan tentang Elizabeth: "Jika saya akan pernah menulis buku lainnya, saya yakin buku yang satu itu juga akan saya abdikan kepadanya." (Walaupun ia bingung kepada siapa ia akan mengabdikan bukunya, saya atau John Dewey.) Di penutup buku kedua saya, saya rasa akan aman untuk mengatakan bahwa jika saya akan pernah menulis buku lainnya, saya yakin buku yang satu itu juga akan saya abdikan kepadanya.

Catatan

Karena mempertimbangkan ruang yang ada, di sini saya menghadirkan banyak kutipan tetapi tidak menyeluruh. Saya meniatkan bagian catatan ini sebagai jejak pelaporan yang telah dimasukkan ke buku ini sekaligus sebagai titik masuk ke sumber utama untuk siapa pun yang berminat pada penjelajahan Jumat malam atau Sabtu pagi. Sebagian besar kutipan verbal di buku ini adalah dari wawancara yang telah saya lakukan. Jika bukan dari wawancara, sumbernya diberitahukan di naskah atau di bagian catatan ini. Dengan niat memasukkan sebanyak mungkin kutipan di ruang yang tersedia, saya tidak menyebut subjudul dari buku dan makalah di beberapa acuan berikut ini.

PENDAHULUAN: ROGER VS. TIGER

1 **anak itu sudah bisa menyeimbangkan diri di telapak tangan ayahnya:** G. Smith, "The Chosen One," *Sports Illustrated*, 23 Desember 1996. (Selain itu, Earl Woods mencantumkan foto ini di sumber yang dikutip di bawah ini.)

1 **"Sulit sekali untuk memberitahu cara mengayunkan tongkat":** Sumber utama dari masa kanak-kanak Tiger di bagian ini adalah: E. Woods (bersama P. McDaniel, prakata oleh Tiger Woods), *Training a Tiger: Raising a Winner in Golf and Life* (New York: Harper Paperbacks, 1997).

2 **mengajar bidang perang psikologis:** J. Benedict dan A. Keteyian, *Tiger Woods* (New York: Simon & Schuster, 2018).

3 **"Ia memiliki forum yang lebih besar dari mereka semua":** Smith, "The Chosen One."

3 **"Saya selalu lebih berminat"; "Kami tidak punya rencana A":** R. Jacob, "Ace of Grace," *Financial Times*, 13 Januari 2006, edisi daring.

3 **"menjadi tak tahan"; "Dia akan membuat saya kesal":** R. Stauffer, *The Roger Federer Story: Quest for Perfection* (Chicago: New Chapter Press, 2007 [Kindle ebook]).

4 **"menjauhkan"; "kalaupun orangtuanya berkomentar"; "jangan curang"; *"Mehr CD"*:** J. L. Wertheim, *Strokes of Genius* (New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2009 [Kindle ebook]).

5 **"perasaan tak terkalahkan"; "Kisah Tiger sangat berbeda":** Stauffer, *The Roger Federer Story.*

6 **kajian pada tiga puluh pemain biola:** K. A. Ericsson, R. T. Krampe, dan C. Tesch- Römer, "The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance," *Psychological Review* 100, no. 3 (1993): 363–406.

7 **"kita harus memeriksa":** A. Gawande, *The Checklist Manifesto* (New York: Metropolitan Books, 2010).

7 **"orang-orang yang matang dengan lambat":** Untuk melihat cara Inggris mengubah sistem penyaluran bakatnya, lihat: O. Slot, *The Talent Lab* (London: Ebury Press, 2017).

8 **meningkatkan latihan teknis di satu bidang:** Contoh-contoh kajian—termasuk yang dikutip di bagian pendahuluan—dari berbagai jenis olahraga dan negara yang mendokumentasikan tren pencicipan dan termasuk penundaan pengkhususan bidang (makalah yang disebut pertama adalah sumber untuk data di grafik yang menunjukkan jam latihan): K. Moesch et al., "Late Specialization: The Key to Success in Centimeters, Grams, or Seconds (CGS) Sports," *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 21, no. 6 (2011): e282–90; K. Moesch et al., "Making It to the Top in Team Sports: Start Later, Intensify, and Be Determined!," *Talent Development and Excellence* 5, no. 2 (2013): 85–100; M. Hornig et al., "Practice and Play in the Development of German Top-Level Professional Football Players," *European Journal of Sport Science* 16, no. 1 (2016): 96–105 (publikasi elektronik sebelum dicetak, 2014); A. Güllich et al., "Sport Activities Differentiating Match-Play Improvement in Elite Youth Footballers—A 2Year Longitudinal Study," *Journal of Sports Sciences* 35, no. 3 (2017): 207–15 (publikasi elektronik sebelum dicetak, 2016); A. Güllich, "International Medallists' and Non-medallists' Developmental Sport Activities—A Matched-Pairs Analysis," *Journal of Sports Sciences* 35, no. 23 (2017): 2281–88; J. Gulbin et al., "Patterns of Performance Development in Elite Athletes," *European Journal of Sport Science* 13, no. 6 (2013): 605–14; J. Gulbin et al., "A Look Through the Rear View Mirror: Developmental Experiences and Insights of High Performance Athletes," *Talent Development and Excellence* 2, no. 2 (2010): 149–64; M.W. Bridge dan M.R. Toms, "The Specialising or Sampling Debate,"

Journal of Sports Sciences 31, no. 1 (2013): 87–96; P.S. Buckley et al., "Early Single-Sport Specialization," *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 5, no. 7 (2017): 2325967117703944; J. P. Difiori et al., "Debunking Early Single Sports Specialization and Reshaping the Youth Sport Experience: An NBA Perspective," *British Journal of Sports Medicine* 51, no. 3(2017): 142–43; J. Baker et al., "Sport-Specific Practice and the Development of Expert Decision-Making in Team Ball Sports," *Journal of Applied Sport Psychology* 15, no. 1 (2003): 12–25; R. Carlson, "The Socialization of Elite Tennis Players in Sweden: An Analysis of the Players' Backgrounds and Development," *Sociology of Sport Journal* 5 (1988): 241–56; G. M. Hill, "Youth Sport Participation of Professional Baseball Players," *Sociology of Sport Journal* 10 (1993): 107–14.; F. G. Mendes et al., "Retrospective Analysis of Accumulated Structured Practice: A Bayesian Multilevel Analysis of Elite Brazilian Volleyball Players," *High Ability Studies* (publikasi daring lanjutan, 2018); S. Black et al., "Pediatric Sports Specialization in Elite Ice Hockey Players," *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* (publikasi daring lanjutan, 2018). (Prancis, yang memenangkan Piala Dunia 2018, telah puluhan tahun yang lalu mengganti perkembangan kaum mudanya untuk menekankan permainan yang tidak berstruktur dibandingkan kompetisi resmi, dan memberi ruang bagi orang yang berkembang di saat lanjut. Pemain puncak muda di Prancis mungkin hanya memainkan separuh permainan resmi dibandingkan sebayanya di Amerika. Ketika anak-anak Prancis di sistem pengembangan nasional menjalani permainan yang resmi, pelatih dilarang bicara di sebagian besar pertandingan agar mereka tidak bisa mengelola pemain muda secara rinci. "Tidak ada kendali jarak jauh bagi pemain ... biarkan saja mereka bermain," kata Ludovic Debru, yang membantu merancang sistem pengembangan anak muda, di Project Play Summit-nya Aspen Institute edisi 2018.)

10 **"Di zaman pengkhususan pada bidang olahraga":** J. Brewer, "Ester Ledecka Is the Greatest Olympian at the Games, Even If She Doesn't Know It," *Washington Post,* Februari 24, 2018, edisi daring.

10 **"Saya melakukan banyak jenis olahraga":** J. Drenna, "Vasyl Lomachenko: 'All Fighters Think About Their Legacy. I'm No Different,' " *Guardian,* 16 April 16 2018, edisi daring.

13 **"anak muda lebih pintar":** M. Coker, "Startup Advice for Entrepreneurs from Y Combinator," *Venture Beat,* 26 Maret 2007.

13 **seorang pendiri perusahaan teknologi yang berusia lima puluh tahun:** P. Azoulay et al., "Age and High-Growth Entrepreneurship," NBER Working Paper No. 24489 (2018).

14 **"Tidak seorang pun membayangkan pemisahan seperti itu":** G. Tett, *The Silo Effect: The Peril of Expertise and the Promise of Breaking Down Barriers* (New York: Simon & Schuster, 2015 [Kindle ebook]).

15 **jika mereka masuk ke rumah sakit selama suatu pertemuan kardiologi nasional:** A. B. Jena et al., "Mortality and Treatment Patterns Among

Patients Hospitalized with Acute Cardiovascular Conditions During Dates of National Cardiology Meetings," *JAMA Internal Medicine* 175, no. 2 (2015): 237–44. Lihat juga: R.F. Redberg, "Cardiac Patient Outcomes during National Cardiology Meetings," *JAMA Internal Medicine* 175, no. 2 (2015): 245.

BAB 1: TREN AWAL YANG DINI

17 **yang mau menyetujui rencananya:** Kehidupan kakak-beradik Polgar telah dikisahkan di sejumlah buku dan artikel. Untuk rincian di bab ini, selain wawancara dengan Susan Polgar, sumber yang paling bermanfaat adalah: Y. Aviram (sutradara), *The Polgar Variant* (Israel: Lama Films, 2014); S. Polgar bersama P. Truong, *Breaking Through: How the Polgar Sisters Changed the Game of Chess* (London: Everyman Chess, 2005); C. Flora, "The Grandmaster Experiment," *Psychology Today,* Juli 2005, edisi daring; P. Voosen, "Bringing Up Genius: Is Every Healthy Child a Potential Prodigy?", *Chronicle of Higher Education,* 8 November 2015, edisi daring; C. Forbes, *The Polgar Sisters* (New York: Henry Holt, 1992).

18 **"bertemu dengan orang yang sangat menarik":** Polgar bersama Truong, *Breaking Through.*

18 **"massa rata-rata yang kelabu":** *People* staff, "Nurtured to Be Geniuses, Hungary's Polgar Sisters Put Winning Moves on Chess Masters," *People,* 4 Mei 1987.

18 **"Catur sangat objektif":** L. Myers, "Trained to Be a Genius, Girl, 16, Wallops Chess Champ Spassky for $110,000," *Chicago Tribune,* 18 Februari 1993.

20 **"kategori absolut":** Aviram, *The Polgar Variant.*

20 **masalah seperti kanker dan AIDS:** W. Hartston, "A Man with a Talent for Creating Genius," *Independent,* 12 Januari 1993.

23 **"tidak adanya hubungan":** "Daniel Kahneman—Biographical," Nobelprize.org, Nobel Media AB 2014. Saya mendapat kehormatan untuk mendiskusikan kehidupan dan karya Kahneman bersamanya sambil makan siang pada Desember 2015. Rincian tambahan bisa ditemukan di bukunya *Thinking, Fast and Slow* (New York: Farrar, Straus & Giroux, 2011).

23 **"sangat" mengesankannya:** Buku yang masih relevan yang mengesankan Kahneman adalah: Paul E. Meehl, *Clinical Versus Statistical Prediction* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1954). Meehl memicu sejumlah besar riset yang menunjukkan bahwa bersama pengalaman, para pakar sering kali mendapat kepercayaan diri tetapi bukan keterampilan. Ulasan yang bagus dari beberapa karya itu adalah: C. F. Camerer dan E. J. Johnson, "The Process-Performance Paradox in Expert Judgement: How Can Experts Know So Much and Predict So Badly?," di *Toward a General Theory of Expertise,* ed. K. A. Ericsson dan Jacqui Smith (Cambridge: Cambridge University Press, 1991).

23 **Pada 2009, Kahneman dan Klein:** D. Kahneman dan G. Klein, "Conditions for Intuitive Expertise: A Failure to Disagree," *American Psychologist* 64, no. 6 (2009): 515–26.

24 **lingkungan pembelajaran yang "ramah":** Buku yang sangat bagus tentang lingkungan pembelajaran dari Robin Hogarth adalah *Educating Intuition* (Chicago: University of Chicago Press, 2001).

25 **"penular yang lebih produktif":** L. Thomas, *The Youngest Science* (New York: Penguin, 1995), 22.

25 **di pertunjukan tahun 1997:** Kasparov berada di sampul majalah *Newsweek* edisi 5 Mei 1997, dengan judul, "The Brain's Last Stand."

25 **"Kini aplikasi catur gratis":** Kasparov dan aidedecamp-nya Mig Greengard cukup berbaik hati untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan saya. Informasi tambahan didapat dari kuliah yang Kasparov berikan di Georgetown University pada 5 Juni 2017 serta buku Kasparov dan Greengard, *Deep Thinking* (New York: PublicAffairs, 2017).

26 **"Anda bisa maju sangat jauh":** S. Polgar dan P. Truong, *Chess Tactics for Champions* (New York: Random House Puzzles & Games, 2006), x.

26 **"Kreativitas manusia menjadi lebih memuncak lagi"; "Keunggulanku dalam memperhitungkan":** Kasparov dan Greengard, *Deep Thinking.*

27 **"catur gaya bebas":** Untuk pembahasan yang bagus tentang kemitraan catur antara manusia-komputer, lihat: T. Cowen, *Average is Over* (New York: Dutton, 2013).

27 **Rekan regunya, Nelson Hernandez:** Dengan murah hati Hernandez terlibat dalam perbincangan bolak-balik dengan saya, menjelaskan berbagai nuansa dari catur gaya bebas dan menyediakan dokumentasi dari turnamen. Ia memperkirakan bahwa peringkat Elo-nya William di catur tradisional adalah sekitar 1800.

28 **Pada 2007, televisi National Geographic:** Judul programnya adalah "My Brilliant Brain."

29 **Yang pertama terjadi pada 1940-an:** A. D. de Groot, *Thought and Choice in Chess* (Amsterdam: Amsterdam University Press, 2008).

29 **menambah sesuatu yang lain:** Teori pengelompokan Chase dan Simon: W. G. Chase dan H. A. Simon, "Perception in Chess," *Cognitive Psychology* 4 (1973): 55–81.

31 **jika pelatihan yang keras belum dimulai di usia dua belas tahun:** F. Gobet dan G. Campitelli, "The Role of Domain-Specific Practice, Handedness, and Starting Age in Chess," *Developmental Psychology* 43 (2007): 159–72. Untuk berbagai kecepatan kemajuan perorangan, lihat: G. Campitelli dan F. Gobet, "The Role of Practice in Chess: A Longitudinal Study," *Learning dan Individual Differences* 18, no. 4 (2007): 446–58.

31 **Treffert mempelajari para *savant*:** Treffert menunjukkan video-video dari perpustakaan dokumentasinya tentang para genius. Bukunya *Islands of Genius* (London: Jessica Kingsley Publishers, 2012) adalah kisah yang bagus dari risetnya.

32 **"Apa yang saya dengar begitu ganjil":** A. Ockelford, "Another Exceptional Musical Memory," di *Music and the Mind,* ed. I. Deliège, dan J. W. Davidson (Oxford: Oxford University Press, 2011). Sumber lain tentang jenis dan musik tanpa-nada-harmoni: L. K. Miller, *Musical Savants* (Hove, East Sussex: Psychology Press, 1989); B. Hermelin et al., "Intelligence and Musical Improvisation," *Psychological Medicine* 19 (1989): 447–57.

32 **ketika para *savant* seniman ditunjukkan gambar-gambar:** N. O'Connor dan B. Hermelin, "Visual and Graphic Abilities of the Idiot-Savant Artist," *Psychological Medicine* 17 (1987): 79–90. (Treffert telah membantu mengganti istilah "idiot-genius" dengan "sindrom genius.") Lihat juga: E. Winner, *Gifted Children: Myths and Realities* (New York: Basic Books, 1996), Bab 5.

33 **para pembuat program AlphaZero memamerkan:** D. Silver et al., "Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm," *arXiv* (2017): 1712.01815.

33 **"di suatu dunia-dunia yang terbatas":** Selain wawancara dengan Gary Marcus, saya menggunakan video ceramahnya di AI for Good Global Summit di Geneva 7 Juni 2017, juga beberapa makalah serta esainya: "Deep Learning: A Critical Appraisal," *arXiv:* 1801.00631; "In Defense of Skepticism About Deep Learning," *Medium,* 14 Januari 2018; "Innateness, AlphaZero, and Artificial Intelligence," *arXiv:* 1801.05667.

34 **Watson milik IBM:** Untuk memberi pandangan yang seimbang pada tantangan-tantangan Watson di bidang pemeliharaan kesehatan—satu kritik menyebutnya "patut ditertawakan," sementara orang lain mengatakan itu jauh dari kehebohan orisinal tetapi memang mempunyai nilai—lihat: D. H. Freedman, "A Reality Check for IBM's AI Ambitions," *MIT Technology Review*, 27 Juni 2017, edisi daring.

34 **"Perbedaan antara menang di Jeopardy!":** Spesialis kanker itu adalah dr. Vinay Prasad. Ia mengatakannya kepada saya dalam suatu wawancara, dan juga membagikannya di Twitter.

35 **sebuah laporan di jurnal *Nature* yang bergengsi:** J. Ginsberg et al., "Detecting Influenza Epidemics Using Search Engine Query Data," *Nature* 457 (2009): 1012–14.

35 **prevalensi flu yang lebih dari dua kali lipat:** D. Butler, "When Google Got Flu Wrong," *Nature* 494 (2013): 155–56; D. Lazer et al., "The Parable of Google Flu: Traps in Big Data Analysis," *Science* 343 (2014): 1203–5.

36 **"esensi dari pekerjaan mereka":** C. Argyris, "Teaching Smart People How to Learn," *Harvard Business Review,* Mei–Juni 1991.

37 **subjudul dari makalah Schwartz:** B. Schwartz, "Reinforcement-Induced Behavioral Stereotypy: How Not to Teach People to Discover Rules," *Journal of Experimental Psychology: General* 111, no. 1 (1982): 23–59.

38 **"Pencipta Besar":** E. Winner, "Child Prodigies and Adult Genius: A Weak Link," di *The Wiley Handbook of Genius,* ed. D. K. Simonton (Malden, MA: John Wiley & Sons, 2014).

38 **Akuntan serta pemain *bridge* dan poker:** Selain makalah kolaborasi Kahneman dan Klein, dan *Educating Intuition*-nya Hogarth, sumber yang bermanfaat adalah: J. Shanteau, "Competence in Experts: The Role of Task Characteristics," *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 53 (1992): 252– 62.

38 **"keteraturan statistikal yang kuat":** Kahneman, *Thinking, Fast and Slow.*

38 **riset pada permainan:** P. A. Frensch dan R. J. Sternberg, "Expertise and Intelligent Thinking: When Is It Worse to Know Better?" di *Advances in the Psychology of Human Intelligence,* vol. 5, ed. R. J. Sternberg (New York: Psychology Press, 1989).

38 **akuntan yang berpengalaman; "keterpakuan kognitif"; "menapakkan satu kaki di luar":** E. Dane, "Reconsidering the Trade-Off Between Expertise and Flexibility," *Academy of Management Review* 35, no. 4 (2010): 579–603. Untuk diskusi umum tentang kelenturan dan kekakuan pakar: P. J. Feltovich et al., "Issues of Expert Flexibility in Contexts Characterized by Complexity and Change," di *Expertise in Context,* ed. P. J. Feltovich et al. (Cambridge, MA: AAAI Press/ MIT Press, 1997); dan F. Gobet, *Understanding Expertise* (Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2016).

38 **Para calon pemenang penghargaan Nobel:** R. Root- Bernstein et al., "Arts Foster Scientific Success: Avocations of Nobel, National Academy, Royal Society and Sigma Xi Members," *Journal of Psychology of Science and Technology* 1, no. 2 (2008): 51–63; R. Root-Bernstein et al., "Correlations Between Avocations, Scientific Style, Work Habits, and Professional Impact of Scientists," *Creativity Research Journal* 8, no. 2 (1995): 115– 37.

39 **"Bagi orang yang mengamati mereka dari jauh":** S. Ramón y Cajal, *Precepts and Counsels on Scientific Investigation* (Mountain View, CA: Pacific Press Publishing Association, 1951).

39 **mereka yang tidak memberi kontribusi kreatif:** A. Rothenberg, *A Flight from Wonder: An Investigation of Scientific Creativity* (Oxford: Oxford University Press, 2015).

39 **"Alih-alih berfokus secara obsesif":** D. K. Simonton, "Creativity and Expertise: Creators Are Not Equivalent to Domain-Specific Experts!", di *The Science of Expertise,* ed. D. Hambrick et al. (New York: Routledge, 2017 [Kindle ebook]).

39 **"Ketika kami merancang":** Pidato Steve Jobs di Stanford pada 2005: https://news.stanford.edu/2005/06/14/jobs-061505.

40 **"tidak ada orang lain yang memahami":** J. Horgan, "Claude Shannon: Tinkerer, Prankster, and Father of Information Theory," *IEEE Spectrum* 29, no. 4 (1992): 72–75. Untuk pembahasan lebih dalam tentang Shannon, lihat J. Soni dan R. Goodman, *A Mind at Play* (New York: Simon & Schuster, 2017).

40 **"alur karier"; "melaju di jalan tol delapan jalur":** C. J. Connolly, "Transition Expertise: Cognitive Factors and Developmental Processes That Contribute to Repeated Successful Career Transitions Amongst Elite Athletes, Musicians and Business People" (PhD thesis, Brunel University, 2011).

BAB 2: BAGAIMANA TERJADINYA DUNIA YANG CULAS

43 **sebuah makalah berusia tiga puluh tahun:** R. D. Tuddenham, "Soldier Intelligence in World Wars I and II," *American Psychologist* 3, no. 2 (1948): 54–56.

44 **Jika makhluk Mars mendarat di Bumi:** J. R. Flynn, *Does Your Family Make You Smarter?* (Cambridge: Cambridge University Press, 2016), 85.

44 **"berlaku seumur hidup":** J. R. Flynn, *What Is Intelligence?* (Cambridge: Cambridge University Press, 2009).

45 **Ketika Flynn menerbitkan penemuannya:** J. R. Flynn, "The Mean IQ of Americans: Massive Gains 1932 to 1978," *Psychological Bulletin* 95, no. 1 (1984): 29–51; J. R. Flynn, "Massive IQ Gains in 14 Nations," *Psychological Bulletin* 101, no. 2 (1987): 171–91. Untuk pembahasan yang bagus tentang efek dan respons Flynn, lihat I. J. Deary, *Intelligence: A Very Short Introduction* (Oxford: Oxford University Press, 2001).

45 **tes yang mengukur materi:** Selain wawancara dengan Flynn, buku-bukunya sangat membantu—terutama ratusan halaman lampiran di buku *Are We Getting Smarter?* (Cambridge: Cambridge University Press, 2012).

45 **keduanya memisahkan siang dari malam:** M. C. Fox dan A. L. Mitchum, "A Knowledge-Based Theory of Rising Scores on 'Culture-Free' Tests," *Journal of Experimental Psychology* 142, no. 3 (2013): 979–1000.

46 **Ketika sekelompok periset Estonia:** O. Must et al., "Predicting the Flynn Effect Through Word Abstractness: Results from the National Intelligence Tests Support Flynn's Explanation," *Intelligence* 57 (2016): 7–14. Pertama kali saya melihat hasil-hasil ini di St. Petersburg, Rusia, pada konferensi tahunan International Society for Intelligence Research tahun 2016. ISIR mengundang saya untuk memberi pidato tahunan Constance Holden Memorial Address. Setelah empat kali mengajukan visa, saya tiba. Acara itu penuh dengan perdebatan yang seru tapi beradab, termasuk perdebatan pada efek Flynn, dan itu adalah sumber daya latar belakang yang sangat bagus.

46 **"Kenaikan yang sangat besar pada tes Raven":** J. R. Flynn, *What Is Intelligence?*

46 **Bahkan di beberapa negara:** E. Dutton et al., "The Negative Flynn Effect," *Intelligence* 59 (2016): 163–69. Dan lihat *Are We Getting Smarter?*-nya Flynn di, misalnya, tren-tren di Sudan.

47 **Alexander Luria:** Buku Luria yang menakjubkan adalah sumber utama dari bagian ini: *Cognitive Development: Its Cultural and Social Foundations* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1976).

47 **Ia mempelajari bahasa setempat:** E. D. Homskaya, *Alexander Romanovich Luria: A Scientific Biography* (New York: Springer, 2001).

50 **"eduksi":** Buku *Does Your Family Make You Smarter?*-nya Flynn dan bab 22 dari R. J. Sternberg dan S. B. Kaufman, eds., *The Cambridge Handbook of Intelligence* (Cambridge: Cambridge University Press, 2011).

51 **hutan dan hanya melihat pohon:** Penjelasan yang mendalam tentang fenomena "melihat pohon" di konteks yang lain bisa ditemukan di ba-

gian-bagian tentang "koherensi sentral yang lemah" di U. Frith, *Autism: Explaining the Enigma* (Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2003).

51 **Orang Kpelle:** S. Scribner, "Developmental Aspects of Categorized Recall in a West African Society," *Cognitive Psychology* 6 (1974): 475–94. Untuk pembahasan lebih lanjut tentang penelitian yang meluaskan penemuan Luria, lihat: M. Cole dan S. Scribner, *Culture and Thought* (New York: John Wiley & Sons, 1974).

52 **Kata "persen":** Pencarian di Google Books Ngram Viewer untuk kata "*percent*." Lihat juga: J. B. Michel et al., "Quantitative Analysis of Culture Using Millions of Digitized Books," *Science* 331 (2011): 176–82.

52 **Mereka berkinerja sangat baik pada tes Raven:** Flynn, *Does Your Family Make You Smarter?*

52 **memberi kedamaian pikiran:** S. Arbesman, *Overcomplicated* (New York: Portfolio, 2017), 158–60.

53 **"kelenturan kognitif":** C. Schooler, "Environmental Complexity and the Flynn Effect," in *The Rising Curve,* ed. U. Neisser (Washington, DC: American Psychological Association, 1998). Dan lihat: A. Inkeles dan D. H. Smith, *Becoming Modern: Individual Change in Six Developing Countries* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1974).

53 **"Tidak ada sejarawan yang membahas sejarah manusia":** S. Pinker, *The Better Angels of our Nature* (New York: Penguin, 2011).

53 **lebih lambat terjadi pada perempuan:** Flynn, *Are We Getting Smarter?*.

56 **"ciri-ciri yang menghasilkan nilai baik":** Flynn, *How to Improve Your Mind* (Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2012). Dengan murah hati Flynn menyediakan tes dan kunci jawabannya kepada saya.

56 **para profesor ekonomi telah terbukti:** R. P. Larrick et al., "Teaching the Use of Cost-Benefit Reasoning in Everyday Life," *Psychological Science* 1, no. 6 (1990): 362–70; R. P. Larrick et al., "Who Uses the Cost-Benefit Rules of Choice?," *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 56 (1993): 331–47. (Kutipan "apa yang mengejutkanku" dari Hogarth ada di catatan kaki dari bukunya, *Educating Intuition*, hal. 222).

57 **Di sisi lain, mahasiswa kimia:** J. F. Voss et al., "Individual Differences in the Solving of Social Science Problems," di *Individual Differences in Cognition,* vol. 1, ed. R. F. Dillon dan R. R. Schmeck (New York: Academic Press, 1983); D. R. Lehman et al., "The Effects of Graduate Training on Reasoning," *American Psychologist* 43, no. 6 (1988): 431–43.

58 **"diniatkan sebagai pengantar":** "The College Core Curriculum," University of Chicago, https://college.uchicago.edu/academics/college-core-curriculum.

59 **pendaftaran langsung penuh di menit pertama:** M. Nijhuis, "How to Call B.S. on Big Data: A Practical Guide," *The New Yorker,* 3 Juni 2017, edisi daring.

59 **"Pemikiran komputasional adalah menggunakan abstraksi":** J. M. Wing, "Computational Thinking," *Communications of the ACM* 49, no. 3 (2006): 33–35.

59 **pelatihan kerja yang terbatas:** B. Caplan, *The Case Against Education* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2018), 233–35.

59 **karier yang tidak berkaitan dengan bidang studinya:** J. R. Abel dan R. Deitz, "Agglomeration and Job Matching among College Graduates." *Regional Science and Urban Economics* 51 (2015): 14–24.
60 **"Tidak ada perangkat yang serbakompeten":** A.J. Toynbee, *A Study of History,* vol. 12, *Reconsiderations* (Oxford: Oxford University Press, 1964), 42.
60 **"Setiap orang begitu sibuk melakukan riset":** Center for Evidence-Based Medicine video, "Doug Altman—Scandal of Poor Medical Research," https://www.youtube.com/watch?v=ZwDNPldQO1Q.
62 **misalnya Fermi-nisasi, akan sangat bermanfaat:** Selain kajian-kajian Larrick dan Lehman di atas, lihat: D. F. Halpern, "Teaching Critical Thinking for Transfer Across Domains," *American Psychologist* 53, no. 4 (1998): 449–55; W. Chang et al., "Developing Expert Political Judgment," *Judgement and Decision Making* 11, no. 5 (2016): 509–26.
62 **"bagaimana perkiraan Fermi bisa mengiris":** "Case Studies: Bullshit in the Wild," Calling Bullshit, https://callingbullshit.org/case_studies.html.

BAB 3: KETIKA LEBIH SEDIKIT HAL-HAL YANG SAMA SEBENARNYA LEBIH BAIK

65 Kutipan di bab ini akan sangat banyak tetapi perlu disingkat. Penjelasan: Riset yang paling luas pada kehidupan dan musik di *ospedali* dilakukan oleh Jane L. Baldauf-Berdes. Beberapa dari karyanya dapat ditemukan di buku-buku, seperti *Women Musicians of Venice* (Oxford: Oxford University Press, 1996), yang baru saja ia selesaikan sebelum ia meninggal karena kanker. Ia masih berada di tengah-tengah karyanya. Ketika menulis tentang dia, saya mengetahui bahwa ia meninggalkan arsip-arsip risetnya kepada David M. Rubenstein Rare Book dan Manuscript Library di Duke University. Berkat kemurahan hati perpustakaan dan stafnya, saya mendapat akses ke empat puluh delapan kotak yang penuh dengan bahan riset Baldauf-Berdes, mulai dari terjemahan dokumen asli dan foto-foto dari alat musik antik, sampai daftar tugas musisi dan surat-menyurat dengan sejarawan lain. Renjananya kepada topik ini meletup dari kotak-kotak itu. Saya percaya bahwa beberapa rincian di bab ini yang berasal dari risetnya dipublikasikan untuk pertama kalinya di sini. Saya hanya berharap ia akan senang bahwa muncul beberapa penulis yang dipenuhi perasaan ingin tahu dan menggunakan risetnya. Saya ingin mengabdikan bab ini kepada Jane L. Baldauf-Berdes.
65 **lantang keluar dari batas-batas tradisionalnya:** J. Kerman dan G. Tomlinson, *Listen (Brief Fourth Edition)*. (Boston: Bedford/St. Martin's, 2000), bab 7 dan 9. (Vivaldi sebagai "juara yang tidak bisa dipertengkarkan" dari hal. 117.)
66 **diandalkan sebagai hiburan:** Ini dari hal. 118–38 terbitan modern dari kisah kontemporer yang menyediakan sumber daya yang penting di seluruh bab tentang musik abad kedelapan belas di Eropa: P. A. Scholes, ed., *Dr.*

Burney's Musical Tours in Europe, vol. 1, *An Eighteenth-Century Musical Tour in France and Italy* (Oxford: Oxford University Press, 1959).

66 **mendominasi selama satu abad:** E. Selfridge-Field, "Music at the Pietà Before Vivaldi," *Early Music* 14, no. 3 (1986): 373–86; R. Thackray, "Music Education in Eighteenth Century Italy," cetak ulang dari *Studies in Music* 9 (1975): 1–7.

66 **"Hanya di Venesia":** E. Arnold dan J. Baldauf-Berdes, *Maddalena Lombardini Sirmen* (Lanham, MD: Scarecrow Press, 2002).

66 **dimainkan oleh pria:** J. Spitzer dan N. Zaslaw, *The Birth of the Orchestra* (Oxford: Oxford University Press, 2004), 175. Juga: Scholes, ed., *Burney's Musical Tours in Europe,* vol. 1, 137.

66 **"Mereka menyanyi seperti malaikat":** A. Pugh, *Women in Music* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991).

66 **"Pemandangan gadis-gadis":** Hester L. Piozzi, *Autobiography, Letters and Literary Remains of Mrs. Piozzi (Thrale)* (Tredition Classics, 2012 [Kindle ebook]).

66 **"alat musik yang cocok untuk perempuan"; "perempuan pertama":** Arnold dan Baldauf-Berdes, *Maddalena Lombardini Sirmen.*

67 **"*Siren* malaikat":** Tulisan Coli muncul pada 1687 di *Pallade Veneta,* suatu periodikal (yang banyak dilupakan) yang memuat komentar dalam bentuk surat. Sumber terbaik dari periodikal ini adalah: E. Selfridge-Field, *Pallade Veneta: Writings on Music in Venetian Society, 1650–1750* (Venice: Fondazione Levi, 1985).

67 **"pemain biola utama di Eropa"; "tak tertandingi":** J. L. Baldauf-Berdes, "Anna Maria della Pietà: The Woman Musician of Venice Personified," di *Cecilia Reclaimed,* ed. S. C. Cook dan J. S. Tsou (Urbana: University of Illinois Press, 1994).

67 **Suatu laporan pengeluaran:** Ini dari sumber istimewa lain, sebuah buku dari pindaian dokumen-dokumen asli yang disusun oleh Micky White, seorang mantan fotografer olahraga Inggris dan penggemar Vivaldi yang pindah ke Venesia dan bermisi untuk mempelajari begitu banyak arsip dari Pietà: M. White, *Antonio Vivaldi: A Life in Documents (dengan CDROM)* (Florence: Olschki, 2013), 87.

67 **diperintahkan oleh Senat:** Baldauf-Berdes, "Anna Maria della Pietà."

67 **"Saya datang membawa":** Rousseau adalah autodidak musik. Kutipannya dari autobiografinya yang tersohor, *The Confessions.*

68 **"Jari-jari tangan kanannya hilang":** Puisi tak bernama (c. 1740) diterjemahkan oleh Baldauf-Berdes dan M. Civera dari R. Giazotto, *Vivaldi* (Turin: ERI, 1973).

69 **"Permintaan saya dikabulkan":** Lady Anna Riggs Miller, *Letters from Italy Describing the Manners, Customs, Antiquities, Paintings, etc. of that Country in the Years MDCCLXX and MDCCLXXI,* vol. 2 (Dicetak untuk E. dan C. Dilly, 1777), 360–61.

69 **beberapa hiasan:** D. E. Kaley, "The Church of the Pietà" (Venice: International Fund for Monuments, 1980).

70 **Sebuah daftar dari abad kedelapan belas:** Salah satu dari banyak daftar musisi dan peralatan yang disusun oleh Baldauf-Berdes dari riset arsip. Yang satu ini berada di Kotak 1 dari 48 kotak di koleksi Baldauf-Berdes di Rubinstein Library Duke University.

71 **"suasana penebusan":** Baldauf-Berdes, *Women Musicians of Venice* (Oxford: Oxford University Press, 1996).

72 **"Sungguh menarik":** Scholes, ed., *Burney's Musical Tours in Europe,* vol. 1.

73 **"mendapatkan keterampilan yang tidak diharapkan dari gender saya":** Arnold dan Baldauf-Berdes, *Maddalena Lombardini Sirmen.*

73 **Pelegrina della Pietà:** Salah satu dari banyak anak yatim piatu yang terdaftar di daftar tugas Pietà, ia juga dibahas dengan cermat oleh Micky White di sebuah film BBC Four yang berjudul *Vivaldi's Women.*

73 **"semua gaya":** R. Rolland, *A Musical Tour Through the Land of the Past* (New York: Henry Holt, 1922).

74 **"Vivaldi memiliki":** M. Pincherle, "Vivaldi and the 'Ospitali' of Venice," *Musical Quarterly* 24, no. 3 (1938): 300–312.

74 **"mungkin tidak akan pernah digubah":** D. Arnold. "Venetian Motets and Their Singers," *Musical Times* 119 (1978): 319–21. (Gubahan yang dibahas adalah *Exsultate, jubilate,* tetapi pengarang menggunakannya sebagai perwakilan musik kudusnya Mozart.)

74 **Pasukan Napoleon:** Arnold dan Baldauf-Berdes, *Maddalena Lombardini Sirmen.*

74 **sama sekali tidak disebut:** Di dalam proposal riset yang ditulis untuk Gladys Krieble Delmas Foundation pada 1989, Baldauf-Berdes mencatat ini dan peristiwa lain di mana *figlie* dilupakan. Sayangnya, serial yang ingin ia terbitkan adalah salah satu dari karya yang tidak sempat ia selesaikan.

75 **meninggalkan dunia setelah:** Baldauf-Berdes, "Anna Maria della Pietà."

75 **"orang-orang miskin yang pintar":** G. J. Buelow, ed., *The Late Baroque Era* (Basingstoke: Macmillan, 1993).

76 **"cara memilih":** R. Lane, "How to Choose a Musical Instrument for My Child," Upperbeachesmusic.com, 5 Januari 2017.

77 **ia tidak terlalu menyukai dua instrumen musik yang pertama:** M. Steinberg, "YoYo Ma on Intonation, Practice, and the Role of Music in Our Lives," *Strings,* 17 September 2015, edisi daring.

77 **Sebuah kajian pada siswa musik:** J. A. Sloboda et al., "The Role of Practice in the Development of Performing Musicians," *British Journal of Psychology* 87 (1996): 287–309. Lihat juga: G. E. McPherson et al., "Playing an Instrument," in *The Child as Musician,* ed. G. E. McPherson (Oxford: Oxford University Press, 2006) ("Ditemukan bahwa beberapa pembelajar muda yang paling sukses adalah mereka yang telah memainkan berbagai alat musik"); dan J. A. Sloboda dan M. J. A. Howe, "Biographical Precursors of Musical Excellence," *Psychology of Music* 19 (1991): 3–21 ("Anak-anak yang luar biasa lebih sedikit berlatih dibandingkan

anak rata-rata bersama alat musik pilihannya tetapi jauh lebih banyak dari anak rata-rata di alat musik ketiganya.")

78 **"ketidakcocokkan antara alat musik":** S. A. O'Neill, "Developing a Young Musician's Growth Mindset," in *Music and the Mind,* ed. I. Deliège dan J. W. Davidson (Oxford: Oxford University Press, 2011).

78 **"Sepertinya sangat jelas":** Sloboda dan Howe, "Biographical Precursors of Musical Excellence."

79 **Kajian lanjutan:** A. Ivaldi, "Routes to Adolescent Musical Expertise," di *Music and the Mind,* ed. Deliège dan Davidson.

81 **"Meski semakin banyak orang":** P. Gorner, "Cecchini's Guitar Truly Classical," *Chicago Tribune,* 13 Juli 1968. (Studs Terkel mewawancarai Cecchini sehari sebelum pertunjukan. Perbincangan yang hebat tentang musik itu bisa ditemukan di sini: http://jackcecchini.com/Interviews.html).

82 **"Tidak ada hubungan":** T. Teachout, *Duke: A Life of Duke Ellington* (New York: Gotham Books, 2013).

82 **Penggubah musik terbesar Amerika:** Kerman dan Tomlinson, *Listen,* 394.

82 **"John memainkan apa saja":** L. Flanagan, *Moonlight in Vermont: The Official Biography of Johnny Smith* (Anaheim Hills, CA: Centerstream, 2015).

84 **"Saya dididik oleh seorang guru piano yang hebat":** F. M. Hall, *It's About Time: The Dave Brubeck Story.* (Fayetteville: University of Arkansas Press, 1996).

85 **"dengan pisau terhunus"; "Saya bertanya-tanya mungkin":** M. Dregni, *Django: The Life and Music of a Gypsy Legend* (Oxford: Oxford University Press, 2004 [Kindle ebook]). Dua sumber lain yang menyediakan rincian yang sangat penting tentang kehidupan Django: C. Delaunay, *Django Reinhardt* (New York: Da Capo, 1961) (di sampul belakang, James Lincoln Collier, pengarang *The Making of Jazz,* mengenali Django sebagai "tidak diragukan, satu-satunya gitaris yang terpenting"); dan majalah *Guitar Player* edisi khusus Django (November 1976) diabdikan untuk para musisi legendaris yang menceritakan kebersamaan mereka dengannya.

86 **kreativitas meletup:** 5CD "Django Reinhardt—Musette to Maestro 1928–1937: The Early Work of a Guitar Genius" (JSP Records, 2010) termasuk rekaman dari Reinhardt muda sebelum dan sesudah cederanya.

86 **Jimi Hendrix, yang menyimpan album rekaman Django:** Jacob McMurray, kurator senior di Seattle's Museum of Pop Culture, meneguhkan ini dengan koleksi permanen museum itu.

87 **potongan video di YouTube yang berwarna hitam-putih:** "Django Reinhardt Clip Performing Live (1945)," YouTube, www.youtube.com/watch?v=aZ308aOOX04. (Tanggal di video YouTube itu tidak benar. Potongan video itu berasal dari film pendek "Jazz 'Hot'" tahun 1938.

87 **"salah satu osmosis"** (dan kata-kata lain Berliner): P. F. Berliner, *Thinking in Jazz* (Chicago: University of Chicago Press, 1994).

88 **"seakan-akan otak memadamkan kemampuannya":** C. Kalb, "Who Is a Genius?," *National Geographic,* Mei 2017.

89 **"Saya juga tak bisa":** *Guitar Player,* November 1976.

89 **"konsep yang bertentangan dengan pelatihan konservatorium":** Dregni, *Django.*

89 **"Saya sama sekali tidak bisa berimprovisasi":** A. Midgette, "Concerto on the Fly: Can Classical Musicians Learn to Improvise," *Washington Post,* 15 Juni 2012, edisi daring.

90 **"Teknik autodidak saya"** dan rincian tentang memukul kakak-adik dengan biola: S. Suzuki, *Nurtured by Love,* terjemahan W. Suzuki (Alfred Music, 1993 [Kindle ebook]).

91 **aturan di rumah:** J. S. Dacey, "Discriminating Characteristics of the Families of Highly Creative Adolescents," *Journal of Creative Behavior* 23, no. 4 (1989): 263–71. (Grant mengacu kajian ini di: "How to Raise a Creative Child. Step One: Back Off," *New York Times*, 30 Januari 2016.)

BAB 4: PEMBELAJARAN, CEPAT DAN LAMBAT

93 **"Oke? Kalian akan pergi ke pertandingan Eagles":** Adegan di ruang kelas diambil dari video, transkrip, dan analisis dari Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). Videonya adalah "MUS2 Writing Variable Expressions."

93 **"tiga dolar untuk sepotong hotdog":** Guru itu sejenak salah bicara lalu mengatakan "dua". Perbaikan ini demi kejelasan.

97 **"menggunakan prosedur"; "membuat koneksi":** J. Hiebert et al., "Teaching Mathematics in Seven Countries," National Center for Education Statistics, 2003, bab 5.

98 ***bansho*:** E.R.A. Kuehnert et al. "Bansho: Visually Sequencing Mathematical Ideas," *Teaching Children Mathematics* 24, no. 6 (2018): 362–69.

98 **"Murid-murid tidak memandang matematika sebagai sebuah *sistem*":** L. E. Richland et al., "Teaching the Conceptual Structure of Mathematics," *Educational Psychology* 47, no. 3 (2012): 189–203.

101 **menguji murid-murid kelas enam di South Bronx:** N. Kornell dan J. Metcalfe, "The Effects of Memory Retrieval, Errors and Feedback on Learning," in *Applying Science of Learning in Education*, V.A. Benassi et al., ed. (Society for the Teaching of Psychology, 2014); J. Metcalfe dan N. Kornell, "Principles of Cognitive Science in Education," *Psychonomic Bulletin and Review* 14, no. 2 (2007): 225–29.

101 **"efek hiperkoreksi":** T. S. Eich et al., "The Hypercorrection Effect in Younger and Older Adults," *Neuropsychology, Development and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition* 20, no. 5 (2013): 511–21; J. Metcalfe et al., "Neural Correlates of People's Hypercorrection of Their False Beliefs," *Journal of Cognitive Neuroscience* 24, no. 7 (2012): 1571–83.

102 **Oberon dan Macduff:** N. Kornell dan H. S. Terrace, "The Generation Effect in Monkeys," *Psychological Science* 18, no. 8 (2007): 682–85.

104 **"Seperti hidup":** N. Kornell et al., "Retrieval Attempts Enhance Learning, but Retrieval Success (Versus Failure) Does Not Matter," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 41, no. 1 (2015): 283–94.

105 **pembelajar kata-kata Spanyol:** H. P. Bahrick dan E. Phelps, "Retention of Spanish Vocabulary over 8 Years," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 13, no. 2 (1987): 344–49.

105 **Para Periset Iowa State membacakan:** L. L. Jacoby dan W. H. Bartz, "Rehearsal and Transfer to LTM," *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11 (1972): 561–65.

106 **"menghasilkan penguasaan langsung tingkat tinggi yang ilusif":** N. J. Cepeda et al., "Spacing Effects in Learning," *Psychological Science* 19, no. 11 (2008): 1095–1102.

106 **Pada 2007, U.S. Department of Education:** H. Pashler et al., "Organizing Instruction and Study to Improve Student Learning," National Center for Education Research, 2007.

107 **sebuah kajian yang luar biasa unik:** S. E. Carrell dan J. E. West, "Does Professor Quality Matter?," *Journal of Political Economy* 118, no. 3 (2010): 409–32.

109 **suatu kajian serupa dilakukan di Bocconi University, Italia:** M. Braga et al., "Evaluating Students' Evaluations of Professors," *Economics of Education Review* 41 (2014): 71–88.

109 **"kesulitan yang diinginkan":** R. A. Bjork, "Institutional Impediments to Effective Training," in *Learning, Remembering, Believing: Enhancing Human Performance,* ed. D. Druckman dan R. A. Bjork (Washington, DC: National Academies Press, 1994), 295–306.

109 **"Di atas segalanya, pesan yang paling mendasar":** C. M. Clark dan R. A. Bjork, "When and Why Introducing Difficulties and Errors Can Enhance Instruction," di *Applying the Science of Learning in Education,* ed. V. A. Benassi et al. (Society for the Teaching of Psychology, 2014 [ebook]).

110 **pada survei nasional:** C. Rampell, "Actually, Public Education is Getting Better, Not Worse," *Washington Post,* 18 September 2014.

110 **Sekolah tidak: menjadi lebih buruk "pekerjaan bergaji tinggi":** G. Duncan dan R. J. Murnane, *Restoring Opportunity* (Cambridge, MA: Harvard Education Press, 2014 [Kindle ebook]).

112 **Di sebuah kajian yang menggunakan soal-soal matematika perguruan tinggi:** D. Rohrer dan K. Taylor, "The Shuffling of Mathematics Problems Improves Learning," *Instructional Science* 35 (2007): 481–98.

112 **pengenalan spesies kupu-kupu sampai diagnosis kelainan psikologis:** M. S. Birnbaum et al., "Why Interleaving Enhances Inductive Learning," *Memory and Cognition* 41 (2013): 392–402.

112 **simulasi pertahanan udara angkatan laut:** C. L. Holladay dan M.A. Quiñones, "Practice Variability and Transfer of Training," *Journal of Applied Psychology* 88, no. 6 (2003): 1094–1103.

113 **Dalam salah satu kajian latihan tersebar dari Kornell dan Bjork, 80% murid:** N. Kornell dan R. A. Bjork, "Learning Concepts and Categories: Is Spacing the 'Enemy of Induction'?," *Psychological Science* 19, no. 6 (2008): 585–92.

113 **lompatan tangan kiri yang menyebrangi lima belas tuts piano:** M. Bangert et al., "When Less of the Same Is More: Benefits of Variability of Practice in Pianists," *Proceedings of the International Symposium on Performance Science* (2013): 117–22.

113 **seharusnya O'Neal berlatih satu kaki di depan:** Bjork mengusulkan ini di Daniel Coyle's *The Talent Code* (New York: Bantam, 2009).

114 **ciri utama dari pemecahan masalah yang terampil:** Lihat, misalnya: M.T.H. Chi et al., "Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices," *Cognitive Science* 5, no. 2 (1981): 121– 52; dan J. F. Voss et al., "Individual Differences in the Solving of Social Science Problems," in *Individual Differences in Cognition,* vol. 1, ed. R. F. Dillon dan R. R. Schmeck (New York: Academic Press, 1983).

114 **mengkaji enam puluh tujuh program pendidikan masa kanak-kanak dini:** D. Bailey et al., "Persistence and Fadeout in Impacts of Child and Adolescent Interventions," *Journal of Research on Educational Effectiveness* 10, no. 1 (2017): 7–39.

115 **keterampilan motorik:** S. G. Paris, "Reinterpreting the Development of Reading Skills," *Reading Research Quarterly* 40, no. 2 (2005): 184–202.

BAB 5: BERPIKIR DI LUAR PENGALAMAN

119 **Giordano Bruno:** A. A. Martinez, "Giordano Bruno and the Heresy of Many Worlds," *Annals of Science* 73, no. 4 (2016): 345–74.

119 diwarisi oleh astronom Jerman **Johannes Kepler:** Sumber-sumber yang memberi latar belakang yang sangat bagus tentang pandangan dunia yang diwarisi oleh Kepler, dan analogi transformatifnya, adalah: D. Gentner et al., "Analogical Reasoning and Conceptual Change: A Case Study of Johannes Kepler," *Journal of the Learning Sciences* 6, no. 1 (1997): 3–40; D. Gentner, "Analogy in Scientific Discovery: The Case of Johannes Kepler," in *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values,* ed. L. Magnani dan N. J. Nersessian (New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002), 21–39; D. Gentner et al., "Analogy and Creativity in the Works of Johannes Kepler," di *Creative Thought: An Investigation of Conceptual Structures* and *Processes,* ed. T. B. Ward et al. (Washington, DC: American Psychological Association, 1997).

121 **mungkin planet-planet itu seperti magnet:** D. Gentner dan A. B. Markman, "Structure Mapping in Analogy and Similarity," *American Psychologist* 52, no. 1 (1997): 45–56. Juga, Kepler membaca artikel baru tentang magnetisme: A. Caswell, "Lectures on Astronomy," *Smithsonian Lectures on Astronomy,* 1858 (British Museum collection).

122 **"dominasi bulan atas air":** J. Gleick, *Isaac Newton* (New York: Vintage, 2007).

122 **tidak ada konsep gravitasi sebagai suatu daya; "Kalian, fisikawan":** A. Koestler, *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe* (New York: Penguin Classics, 2017).

123 **"Saya menyukai analogi":** B. Vickers, "Analogy Versus Identity," di: *Occult* and *Scientific Mentalities in the Renaissance,* ed. B. Vickers (Cambridge: Cambridge University Press, 1984).

124 **"aksi di kejauhan":** Gentner et al., "Analogy and Creativity in the Works of Johannes Kepler."; E. McMullin, "The Origins of the Field Concept in Physics," *Physics in Perspective* 4, no. 1 (2002): 13–39.

125 **Bayangkan Anda adalah dokter:** M. L. Gick dan K. J. Holyoak, "Analogical Problem Solving," *Cognitive Psychology* 12 (1980): 306–55.

126–128 **Pernah ada seorang jenderal; kepala pemadam kebakaran di sebuah kota kecil; "sama saja jika"; "masalah yang tidak terumuskan dengan baik":** M. L. Gick dan K. J. Holyoak, "Schema Induction and Analogical Transfer," *Cognitive Psychology* 15 (1983): 1–38.

128–129 **Suatu eksperimen pada mahasiswa hubungan internasional Stanford; para pelatih rugbi universitas:** T. Gilovich, "Seeing the Past in the Present: The Effect of Associations to Familiar Events on Judgments and Decisions," *Journal of Personality* and *Social Psychology* 40, no. 5 (1981): 797–808.

130 **Kahneman memiliki pengalaman pribadi:** Kisah Kahneman di dalam bukunya *Thinking, Fast and Slow* (New York: Farrar, Straus & Giroux, 2011). Dengan latar belakang pemandangan di dalam dan di luar, juga terdapat di D. Kahneman dan D. Lovallo, "Timid Choices and Bold Forecasts," *Management Science* 39, no. 1 (1993): 17–31.

131 **para investor dari firma ekuitas swasta besar:** D. Lovallo, C. Clarke, dan C. Camerer, "Robust Analogizing and the Outside View," *Strategic Management Journal* 33, no. 5 (2012): 496–512.

132 **kuda tertentu:** M. J. Mauboussin, *Think Twice: Harnessing the Power of Counterintuition* (Boston: Harvard Business Review Press, 2009).

132 **semakin banyak rincian internal:** L. Van Boven dan N. Epley, "The Unpacking Effect in Evaluative Judgments: When the Whole Is *Less* Than the Sum of Its Parts," *Journal of Experimental Social Psychology* 39 (2003): 263–69.

132 **"penyebab alami":** A. Tversky dan D. J. Koehler, "Support Theory," *Psychological Review* 101, no. 4 (1994): 547–67.

132 **90% proyek infrastruktur besar:** B. Flyvbjerg et al., "What Causes Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects?" *Transport Reviews* 24, no. 1 (2004): 3–18.

133 **terlalu rendah:** B. Flyvbjerg, "Curbing Optimism Bias and Strategic Misrepresentation in Planning," *European Planning Studies* 16, no. 1 (2008): 3–21. £1 miliar: S. Brocklehurst, "Going off the Rails," *BBC Scotland*, 30 Mei 2014, edisi daring.

133 **bisnis film:** Lovallo, Clarke, dan Camerer, "Robust Analogizing and the Outside View."
134 **Netflix memunculkan kesimpulan yang serupa:** T. Vanderbilt, "The Science Behind the Netflix Algorithms That Decide What You'll Watch Next," Wired.com, 7 Agustus 2013; dan C. Burger, "Personalized Recommendations at Netflix," Tastehit.com, 23 Februari 2016.
135 **Lovallo dan Dubin memberi satu atau lebih analogi:** F. Dubin dan D. Lovallo, "The Use and Misuse of Analogies in Business," Working Paper (Sydney: University of Sydney, 2008).
136 **Pada 2001, Boston Consulting Group:** Diskusi singkat tentang dorongan untuk pameran BCG adalah: D. Gray, "A Gallery of Metaphors," *Harvard Business Review,* September 2003.
137 **Gentner dan rekan-rekannya memberi Tugas Pemilahan Ambigu:** B. M. Rottman et al., "Causal Systems Categories: Differences in Novice and Expert Categorization of Causal Phenomena," *Cognitive Science* 36 (2012): 919–32.
138 **Dalam satu kajian yang paling banyak dikutip:** M. T. H. Chi et al., "Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices," *Cognitive Science* 5, no. 2 (1981): 121–52.
139 **"Yang penting untuk saya":** Koestler, *The Sleepwalkers.*
139 **1% dari anggaran nasional:** N. Morvillo, *Science* and *Religion: Understanding the Issues* (Malden, MA: Wiley- Blackwell, 2010).
140 **"Jika saya percaya bahwa kita bisa mengacuhkan delapan menit itu":** Koestler, *The Sleepwalkers.*
141 **Ketika Dunbar memulai:** Sumber latar belakang yang sangat bagus tentang karya Dunbar adalah: K. Dunbar, "What Scientific Thinking Reveals About the Nature of Cognition," di *Designing for Science,* ed. K. Crowley et al. (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2001).
143 **"Jika semua anggota":** K. Dunbar, "How Scientists Really Reason," di *The Nature of Insight,* ed. R. J. Sternberg dan J. E. Davidson (Cambridge, MA: MIT Press, 1995), 365–95.

BAB 6: MASALAH DARI KETABAHAN YANG BERLEBIHAN

145 **Ibu anak itu menghargai:** Rincian dari kehidupan Van Gogh didapatkan dari beberapa sumber utama, termasuk terjemahan surat-surat yang ditulis oleh dan kepada Van Gogh. Lebih dari sembilan ratus surat (yaitu, setiap surat yang berhasil selamat) terdapat di museum Vincent van Gogh yang luar biasa: Situs web untuk surat-suratnya (vangoghletters.org), kemurahan hati dari Van Gogh Museum dan Huygens Institute for the History of the Netherlands. Tanpa sumber hebat lainnya, saya tidak akan mengetahui mana surat yang perlu saya baca: Steven Naifeh dan Gregory White Smith, *Van Gogh: The Life* (New York: Random House, 2011). Naifeh dan Smith telah mengambil langkah yang luar

biasa untuk menciptakan suatu sumber kumpulan data yang bisa dicari di vangoghbiography.com/notes.php. Sumber daya ini sangat membantu. Dua sumber tulisan lain yang sangat membantu adalah: N. Denekamp et al., *The Vincent van Gogh Atlas* (New Haven, CT: Yale University Press dan the Van Gogh Museum, 2016); dan J. Hulsker, *The Complete Van Gogh* (New York: Harrison House/H. N. Abrams, 1984). Akhirnya, dua pameran: "Van Gogh's Bedrooms" di Art Institute of Chicago (2016), dan koleksi impresionisme dan post-impresionisme di Hermitage Museum di St. Petersburg, Russia.

147 **"Tak satu pun yang terekam":** Naifeh dan Smith, *Van Gogh: The Life.*

147 **"tidak melihat *apa pun* pada mereka":** Surat Van Gogh kepada saudaranya Theo, Juni 1884.

147 **"keinginannya sendiri"; "lebih bahagia dan lebih tenang"; "mendesak maju":** Naifeh dan Smith, *Van Gogh: The Life.*

147 **"harus duduk tegak":** surat Van Gogh kepada saudaranya Theo, September 1877.

148 **"di atas di Neraka":** Émile Zola, *Germinal,* terjemahan. R. N. MacKenzie (Indianapolis: Hackett Publishing, 2011).

149 **"jeruji sangkar":** Surat Van Gogh kepada saudaranya Theo, Juni 1880.

149 **"Saya menulis kepadamu sambil menggambar":** Surat Van Gogh kepada saudaranya Theo, Agustus 1880.

149 ***Guide to the ABCs of Drawing*:** Naifeh dan Smith, *Van Gogh: The Life.*

150 **"kau bukan seniman"; "kau terlambat memulai":** Surat Van Gogh kepada saudaranya Theo, Maret 1882 (terjemahan Johanna van Gogh-Bonger).

151 **"Ia membuat penemuan yang menakjubkan":** Naifeh dan Smith, *Van Gogh: The Life.*

151 **"Melukis ternyata tidak sesulit yang saya duga":** Surat Van Gogh kepada saudaranya Theo, Agustus 1882. Lukisan yang Van Gogh buat pada hari itu adalah *Beach at Scheveningen in Stormy Weather.* Lukisan itu dicuri dari Van Gogh Museum pada 2002, tetapi satu dekade kemudian dipulihkan kembali.

152 **Sebuah ulasan yang penuh semangat:** Ulasan itu, oleh G.-Albert Aurier, berjudul "*Les isolés:* Vincent van Gogh."

153 **harapan usia di Belanda:** Angka yang tepat adalah 39.84 datang dan diambil dari publikasi daring *Our World in Data* (ourworldindata.org).

153 **Gauguin . . . di usia tiga puluh lima tahun:** *The Great Masters* (London: Quantum Publishing, 2003).

154 **"gagal total":** J. K. Rowling, naskah pidato, "The Fringe Benefits of Failure, and the Importance of Imagination," *Harvard Gazette,* 5 Juni 2008, edisi daring.

155 **Ekonom calon pemenang penghargaan Nobel Theodore Schultz:** T. W. Schultz, "Resources for Higher Education," *Journal of Political Economy* 76, no. 3 (1968): 327–47.

155 **menemukan sebuah eksperimen alami:** O. Malamud, "Discovering One's Talent: Learning from Academic Specialization," *Industrial* and *Labor Relations* 64, no. 2 (2011): 375–405.

156 **orang-orang Skolandia dengan cepat mengejar ketinggalannya:** O. Malamud, "Breadth Versus Depth: The Timing of Specialization in Higher Education," *Labour* 24, no. 4 (2010): 359–90.

156 **lebih banyak kesalahan:** D. Lederman, "When to Specialize?," *Inside Higher Ed,* 25 November 2009.

156 **"Manfaat dari meningkatkan kualitas kecocokan":** Malamud, "Discovering One's Talent."

157 **Steven Levitt . . . melibatkan pembacanya:** S. D. Levitt, "Heads or Tails: The Impact of a Coin Toss on Major Life Decisions and Subsequent Happiness," NBER Working Paper No. 22487 (2016).

158 **"kemauan untuk meninggalkan":** Levitt, di program radio *Freakonomics* 30 September 2011, "The Upside of Quitting."

159 **"Guru cenderung meninggalkan sekolah":** C. K. Jackson, "Match Quality, Worker Productivity, and Worker Mobility: Direct Evidence from Teachers," *Review of Economics dan Statistics* 95, no. 4 (2013): 1096–1116.

159 **Psikolog Angela Duckworth melakukan kajian yang paling terkenal:** A. L. Duckworth et al., "Grit: Perseverance and Passion for Long-Term Goals," *Journal of Personality and Social Psychology* 92, no. 6 (2007): 1087–1101. (Seluruh kelas pemula itu terdiri dari 1223 kadet, jadi Duckworth menyurvei hampir setiap orang dari mereka.) Tabel 3 memberi ringkasan yang manis dari jumlah varian yang bertanggung jawab dibandingkan dengan ketabahan di hasil-hasil dari West Point, Scripps National Spelling Bee, nilai siswa Ivy League, dan pencapaian pendidikan dewasa. Selain itu, Duckworth memperbolehkan akses kepada karyanya di dalam bukunya, *Grit: The Power of Passion and Perseverance* (New York: Scribner, 2016).

160 **Duckworth mengetahui bahwa:** Bahasan yang tajam tentang ketabahan dan Skor Menyeluruh Kandidat adalah: D. Engber, "Is 'Grit' Really the Key to Success?," *Slate,* 8 Mei 2016.

161 **"Saya khawatir telah tidak sengaja berkontribusi":** A. Duckworth, "Don't Grade Schools on Grit," *New York Times,* 26 Maret 2016.

162 **"akan sangat terbatas":** Duckworth et al., "Grit: Perseverance and Passion for Long-Term Goals."

162 **32 dari 1.308:** M. Randall, "New Cadets March Back from 'Beast Barracks' at West Point," *Times Herald-Record*, 8 Agustus 2016.

164 **"muda dan bodoh":** R. A. Miller, "Job Matching and Occupational Choice," *Journal of Political Economy* 92, no. 6 (1984): 1086–1120.

164 **"tugas-tugas yang tidak berani kita hentikan":** S. Godin, *The Dip: A Little Book That Teaches You When to Quit (and When to Stick)* (New York: Portfolio, 2007 [Kindle ebook]).

165 **batas dua puluh tahun:** G. Cheadle (Brig. Gen. USAF [Ret.]), "Retention of USMA Graduates on Active Duty," makalah untuk USMA Association of Graduates, 2004.

166 **Sebuah tulisan pada 2010; "lembaga yang mengajar kadet-kadetnya":** Artikel ini adalah satu dari serial enam bagian tentang perkembangan dan retensi perwira: C. Wardynski et al., "Towards a U.S. Army Officer Corps Strategy for Success: Retaining Talent," Strategic Studies Institute, 2010.

169 **Ash Carter mengunjungi West Point:** A. Tilghman, "At West Point, Millennial Cadets Say Rigid Military Career Tracks Are Outdated," *Military Times,* 26 Maret 2016.

169 **percabangan berdasarkan bakat:** D. Vergun, "Army Helping Cadets Match Talent to Branch Selection," *Army News Service*, 21Maret 2017.

171 **Orang dewasa Amerika pada umumnya:** Anda bisa membandingkan nilai ketabahan Anda dengan orang dewasa lain di https://angeladuckworth.com/grit-scale/.

172 **"Atlet Olimpiade perlu mengerti":** S. Cohen, "Sasha Cohen: An Olympian's Guide to Retiring at 25," *New York Times,* 24Februari 2018.

173 **Suatu survei Gallup internasional akhir-akhir ini:** Laporan *State of the Global Workplace* Gallup, 2017.

BAB 7: MENYAPA BERBAGAI KEMUNGKINAN DARI DIRI ANDA

177 **Frances Hesselbein dibesarkan:** Informasi tentang kehidupan Hesselbein didapatkan dari berbagai wawancara dengannya, juga buku-bukunya, dan orang lain yang mengenalnya. Bukunya, *My Life in Leadership* (San Francisco: Jossey-Bass, 2011), adalah sumber yang sangat bermanfaat dan berisi kutipan "seorang dokter, pengacara, dan penerbang."

182 **"perusahaan apa pun di Amerika":** E. Edersheim, "The Woman Drucker Said Was the Best CEO in America," *Management Matters Network*, 27 April 2017.

182 **"Saya *sih* akan memilih Frances":** J. A. Byrne, "Profiting from the Nonprofits," *Business Week,* 26 Maret 1990.

183 **Presidential Medal of Freedom:** Ketika Presiden Bill Clinton menyerahkan medali kepada Hesselbein, dengan bergurau ia meminta Frances Hesselbein "maju ke depan" untuk menerima penghargaan, karena Frances tidak menyukai kata-kata hierarkis seperti "atas" dan "bawah".

186 **Phil Knight:** *Good Morning America*, 26 April 2016.

186 **"tidak terlalu mempersoalkan penetapan tujuan":** Phil Knight, *Shoe Dog* (New York: Scribner, 2016).

187 **"Saya tidak akan pernah menghadirinya lagi":** Ini dan rincian lain dari kehidupan Darwin dapat ditemukan di *The Autobiography of Charles Darwin.* Versi gratis dengan catatan kaki dapat ditemukan di Darwin-online.org.uk.

187 **menganjurkannya untuk suatu posisi yang tidak dibayar:** Ada banyak sekali informasi, misalnya undangan dari profesor J. S. Henslow (dalam sepucuk surat 24 Agustus 1831), tersedia untuk umum di University of Cambridge's Darwin Correspondence Project (www.darwinproject.ac.uk).

187–188 **"mati karena sebab alami"; "Sepertinya konyol"; "Kalau saja memberinya pilihan":** *The Autobiography of Charles Darwin.*

188 **"Saya tidak akan pernah harus bertanya-tanya":** Data pribadi di www.michaelcrichton.com.

188 **"akhir dari ilusi sejarah":** J. Quoidbach, D. T. Gilbert, dan T. D. Wilson, "The End of History Illusion," *Science* 339, no. 6115 (2013): 96–98.

189 **hasil dari sembilan puluh dua kajian:** B.W. Roberts et al., "Patterns of Mean-Level Change in Personality Traits Across the Life Course," *Psychological Bulletin* 132, no. 1 (2006): 125. Lihat juga: B. W. Roberts dan D. Mroczek, "Personality Trait Change in Adulthood," *Current Directions in Psychological Science* 17, no. 1 (2009): 31–35. Untuk ulasan yang bagus (dan gratis) dari riset kepribadian yang diniatkan untuk masyarakat luas, lihat M. B. Donnellan, "Personality Stability and Change," di *Noba Textbook Series: Psychology,* ed. R. Biswas-Diener dan E. Diener (Champaign, IL: DEF Publishers, 2018), nobaproject.com.

190 **psikolog Walter Mischel dan tim risetnya:** W. Mischel, *The Marshmallow Test* (New York: Little, Brown, 2014 [Kindle ebook]).

191 **Shoda telah berulang kali mengatakan:** Shoda menggunakan kesempatan dari memenangkan penghargaan riset untuk mengemukakan lagi poinnya. Pada 2 Juni 2015, siaran pers University of Washington yang mengumumkan penghargaan itu mengatakan, "Meski senang mendapat penghargaan itu, Shoda mengemukakan kekhawatirannya akan liputan media selama bertahun-tahun, dan anggapan yang keliru bahwa orangtua dapat meramalkan nasib anak-anaknya dengan melakukan sendiri kajian itu." Ia menambahkan bahwa "hubungan yang kami temukan masih jauh dari sempurna. Dan ada banyak ruang untuk perubahan."

191 **replika dari tes *marshmallow*:** T. W. Watts et al., "Revisiting the Marshmallow Test," *Psychological Science* 29, no. 7 (2018): 1159–77.

192 **"ciri-ciri jika-maka"; "Gagasan umum dari penemuan-penemuan itu":** Y. Shoda et al., eds., *Persons in Context: Building a Science of the Individual* (New York: Guilford Press, 2007 [Kindle ebook]).

192 **"Jika Anda sangat berhati-hati":** T. Rose, *The End of Average: How We Succeed in a World That Values Sameness* (New York: HarperOne, 2016 [Kindle ebook]).

193, 195 **Ibarra memulai; "Kita menemukan kemungkinan":** H. Ibarra, *Working Identity* (Boston: Harvard Business Review Press, 2003).

195 **"jalan yang bebas penderitaan menuju karier baru":** P. Capell, "Taking the Painless Path to a New Career," *Wall Street Journal Europe*, 2 Januari 2002.

197 **Paul Graham . . . pidato kelulusan sekolah lanjutan:** "What You'll Wish You'd Known," www.paulgraham.com/hs.html.

198 **William Wallace menunjukkan:** W. Wallace, "Michelangelo: Separating Theory and Practice," di *Imitation, Representation and Printing in the Italian Renaissance,* ed. R. Eriksen dan M. Malmanger (Pisa dan Rome: Fabrizio Serra Editore, 2009).

198 **tumbuh untuk tidak menyukai lukisan; separuh . . . tidak diselesaikan:** *The Complete Poems of Michelangelo,* terjemahan J. F. Nims (Chicago: University of Chicago Press, 1998): puisi 5 (lukisan); hal. 8 (separuh selesai).
199 **"saya tidak bisa memainkan alat musik":** "Haruki Murakami, The Art of Fiction No. 182." *The Paris Review,* 170 (2004).
200 **"dering ganda":** H. Murakami, "The Moment I Became a Novelist," *Literary Hub,* 25 Juni 2015.
200 **"menjurus ke ilham":** Data pribadi di patrickrothfuss.com.
200 **"Saya tidak berminat memikirkannya":** Wawancara dengan Maryam Mirzakhani, *Guardian,* 12 Agustus 2014, dipublikasikan kembali dengan izin dari Clay Mathematics Institute.
200 **"Itu seperti tersesat di hutan":** A. Myers dan B. Carey, "Maryam Mirzakhani, Stanford Mathematician and Fields Medal Winner, Dies," *Stanford News,* 15 Juli 2007.
201 **"Renjana saya pada olahraga":** "A new beginning," Chrissiewellington.org, 12 Maret 2012.
204 **"perasaan hangat membasuh tubuh saya":** H. Finster, seperti yang dikisahkan kepada T. Patterson, *Howard Finster: Stranger from Another World* (New York: Abbeville Press, 1989).

BAB 8: KEUNGGULAN ORANG LUAR

207 **lebih dari sepertiga:** K. R. Lakhani, "InnoCentive.com (A)," HBS No. 9608-170, Harvard Business School Publishing, 2009. Lihat juga: S. Page, *The Difference* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2008).
208 **"lebih kejam":** T. Standage, *An Edible History of Humanity* (New York: Bloomsbury, 2009).
208 **menawarkan hadiah:** "Selected Innovation Prizes and Rewards Programs," Knowledge Ecology International, KEI Research Note, 2008:1.
208 **seekor domba utuh:** J. H. Collins, *The Story of Canned Foods* (New York: E. P. Dutton, 1924).
209 **pasukan Inggris di Waterloo bisa makan:** Standage, *An Edible History of Humanity.*
210 **"Saya rasa saya terbantu":** Penyajian Cragin di *Collaborative Innovation: Public Sector Prizes,* 12 Juni 2012, Washington, D.C., The Case Foundation dan The Joyce Foundation.
213 **"tiga malam":** J. Travis, "Science by the Masses," *Science* 319, no. 5871 (2008): 1750–52.
213 **"semakin jauh masalah":** C. Dean, "If You Have a Problem, Ask Everyone," *New York Times,* 22 Juli 2008. Lihat juga: wawancara L. Moise dengan K. Lakhani, "5 Questions with Dr. Karim Lakhani," *InnoCentive Innovation Blog*, 25 Juli 2008.
213 **"penjelajahan jalan keluar yang baru":** K. R. Lakhani et al., "Open Innovation and Organizational Boundaries," di A. Grandori, ed., *Handbook of Economic Organization* (Cheltenham: Edward Elgar, 2013).

214 **"riset kami menunjukkan":** S. Joni, "Stop Relying on Experts for Innovation: A Conversation with Karim Lakhani," *Forbes,* 23 Oktober 2013, edisi daring.
214 **"membutuhkan lebih banyak jalan keluar kreatif":** Kaggle Team, "Profiling Top Kagglers: Bestfitting, Currently #1 in the World," No Free Hunch (blog resmi Kaggle), 7 Mei 2018.
215 **"Swanson adalah ilmuwan fisika pertama":** Salinan dari catatan University of Chicago Office of Public Relations (No. 62583) untuk 17 Desember 1962.
215 **"Celah di antara kuantitas total":** D. R. Swanson, "On the Fragmentation of Knowledge, the Connection Explosion, and Assembling Other People's Ideas," *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology* 27, no. 3 (2005): 12–14.
215 **Pada 1960, U.S. National Library of Medicine:** K. J. Boudreau et al., "Looking Across and Looking Beyond the Knowledge Frontier," *Management Science* 62, no. 10 (2016): 2765–83.
216 **"sebelas koneksi yang terlalaikan":** D. R. Swanson, "Migraine and Magnesium: Eleven Neglected Connections," *Perspectives in Biology and Medicine* 31, no. 4 (1988): 526–57.
217 **"'lapangan rumah'":** wawancara L. Moise dengan K. Lakhani, "5 Questions with Dr. Karim Lakhani."
220 **Ia menemukan makalah:** makalah itu adalah F. Deymeer et al., "Emery-Dreifuss Muscular Dystrophy with Unusual Features," *Muscle and Nerve* 16 (1993): 1359–65.
222 **Pada 1999, ia mendapat surel dari Italia:** Tim riset Italia langsung menerbitkan hasil mereka (dan berterima kasih kepada Jill): G. Bonne et al., "Mutations in the Gene Encoding Lamin A/C Cause Autosomal Dominant Emery-Dreifuss Muscular Dystrophy," *Nature Genetics* 21, no. 3 (1999): 285–88.

BAB 9: PEMIKIRAN LATERAL BERSAMA TEKNOLOGI USANG

229 **Selama dua abad isolasi batas tertutup:** Beberapa sumber tentang sejarah Nintendo yang penting: F. Gorges bersama I. Yamazaki, *The History of Nintendo,* vol. 1, 1889–1980 (Triel-sur-Seine: Pix'N Love, 2010). F. Gorges bersama I. Yamazaki, *The History of Nintendo,* vol. 2, 1980–1991 (Triel-sur-Seine: Pix'N Love, 2012); E. Voskuil, *Before Mario: The Fantastic Toys from the Video Game Giant's Early Days* (Châtillon: Omaké Books, 2014); J. Parish, *Game Boy World 1989* (Norfolk, VA: CreateSpace, 2016); D. Sheff, *Game Over: How Nintendo Conquered the World* (New York: Vintage, 2011).
230 **"Saya tidak ingin meninggalkan Kyoto":** Untuk sumber dari kata-kata Yokoi, lihat catatan kaki di halaman 230.
232 **"lelehnya salju di sinar matahari":** Gorges bersama Yamazaki, *The History of Nintendo, vol. 2,* 1980–1991.

232 **"pemikiran lateral":** E. de Bono, *Lateral Thinking: Creativity Step by Step* (New York: HarperCollins, 2010).

235 **dengan halus ia mencetak ratusan titik kecil di layar:** Penemuan sederhana Yokoi adalah peti harta karun dari sejarah penemuan. Paten ini (U.S. no. 4398804) dan paten lainnya bisa ditemukan dengan menggunakan Google Patents.

236 **118,7 juta unit:** B. Edwards, "Happy 20th bday, Game Boy," *Ars Technica,* 21 April 2009.

237 **"Sulit"; "'boneka salju'"; "wajah murung":** shmuplations.com (terjemahan), "Console Gaming Then and Now: Wawancara tahun 1997 yang menakjubkan bersama legenda Nintendo Gunpei Yokoi," techspot.com, 10 Juli 10 2015.

238 **"masalah lilin":** Untuk penjelasan yang sangat bagus, lihat D. Pink, *Drive* (New York: Riverhead, 2011).

238 **"Elektronik bukanlah titik kuat dari Yokoi":** Prakata Satoru Okada di *Before Mario.*

238 **"desain dan antarmuka":** staf IGN, "Okada on the Game Boy Advance," IGN.com, 13 Seprember 2000.

239 **"Jika saya bisa bicara":** M. Kodama, *Knowledge Integration Dynamics* (Singapore: World Scientific): 211.

240 **"berinovasi dengan cara yang lain":** C. Christensen dan S. C. Anthony, "What Should Sony Do Next?," *Forbes,* 1 Agustus 2007, edisi daring.

241 **katak yang berfokus sekaligus burung yang visioner:** F. Dyson, "Bird and Frogs," *Notices of the American Mathematical Society* 56, no. 2 (2009): 212–23. (Mungkin saja Dyson adalah seekor katak matematika, tetapi ia juga seorang penulis yang hebat.)

241 **lapisan optik majemuknya:** M. F. Weber et al., "Giant Birefringent Optics in Multilayer Polymer Mirrors," *Science* 287 (2000): 2451–56; dan R. F. Service, "Mirror Film Is the Fairest of Them All," *Science* 287 (2000): 2387–89.

242 ***Morpho* biru muda:** R. Ahmed et al., "Morpho Butterfly-Inspired Optical Diffraction, Diffusion, and Bio-chemical Sensing," *RSC Advances* 8 (2018): 27111–18.

242 **"di hadapan Anda setiap hari":** Pidato Ouderkirk di TEDxHHL, 14 Oktober 2016.

244 **mulai mengkaji para penemu di 3M:** W. F. Boh, R. Evaristo, dan A. Ouderkirk, "Balancing Breadth and Depth of Expertise for Innovation: A 3M Story," *Research Policy* 43 (2013): 349–66.

246 **"tidak pernah orang katakan kepada saya":** Pidato Ouderkirk di TEDxHHL, 14 Oktober 2016.

247 **negara bagian Iowa:** G. D. Glenn dan R. L. Poole, *The Opera Houses of Iowa* (Ames: Iowa State University Press, 1993). Untuk pembahasan yang lebih luas untuk fenomena ini, lihat R. H. Frank, *Luxury Fever* (New York: The Free Press, 1999), bab 3.

247 **relasi statistik yang bermakna antara pengeluaran bagian Riset dan Pengembangan dengan kinerja perusahaan:** B. Jaruzelski et al., "Proven

Paths to Innovation Success," *Strategy+Business,* musim dingin 2014, edisi 77 pracetak.

249 **Mereka menganalisis hak paten teknologi dalam rentang waktu lima belas tahun:** E. Melero dan N. Palomeras, "The *Renaissance Man* Is Not Dead! The Role of Generalists in Teams of Inventors," *Research Policy* 44 (2015): 154–67.

250 **buku komik:** A. Taylor dan H. R. Greve, "Superman or the Fantastic Four? Knowledge Combination and Experience in Innovative Teams," *Academy of Management Journal* 49, no. 4 (2006): 723–40.

250 **Wertham memanipulasi:** C. L. Tilley, "Seducing the Innocent: Fredric Wertham and the Falsifications That Helped Condemn Comics," *Information and Culture* 47, no. 4 (2012): 383-413.

253 **dokter bedah spesialis mendapat hasil yang lebih baik:** M. Maruthappu et al., "The Influence of Volume and Experience on Individual Surgical Performance: A Systematic Review," *Annals of Surgery* 261, no. 4 (2015): 642– 47; N. R. Sahni et al., "Surgeon Specialization and Operative Mortality in the United States: Retrospective Analysis," *BMJ* 354 (2016): i3571; A. Kurmann et al., "Impact of Team Familiarity in the Operating Room on Surgical Complications," *World Journal of Surgery* 38, no. 12 (2014): 3047–52; M. Maruthappu, "The Impact of Team Familiarity and Surgical Experience on Operative Efficiency," *Journal of the Royal Society of Medicine* 109, no. 4 (2016): 147–53.

253 **menganalisis pangkalan data dari kecelakaan besar penerbangan:** "A Review of Flightcrew-Involved Major Accidents of U.S. Air Carriers, 1978 Through 1990," National Transportation Safety Board, Safety Study NTSB/SS94/01, 1994.

254 **Profesor University of Utah, Abbie Griffin:** A. Griffin, R. L. Price, dan B. Vojak, *Serial Innovators: How Individuals Create and Deliver Breakthrough Innovations in Mature Firms* (Stanford, CA: Stanford Business Books, 2012 [Kindle ebook]).

254 **"bisa dianggap sebagai orang luar profesional":** D. K. Simonton, *Origins of Genius* (Oxford: Oxford University Press, 1999).

255 **"tidak bersedia menuang lebih banyak waktu untuk subjek ini"; Howard Gruber:** H. E. Gruber, *Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity* (Chicago: University of Chicago Press, 1981).

255 **sedikitnya 231 teman pena ilmiah; eksperimennya sendiri dengan benih:** T. Veak, "Exploring Darwin's Correspondence," *Archives of Natural History* 30, no. 1 (2003): 118–38.

255 **"seperti gado-gado yang membingungkan":** H. E. Gruber, "The Evolving Systems Approach to Creative Work," *Creativity Research Journal* 1, no.1 (1988): 27–51.

256 **"banyak aplikasi yang sedang terbuka di otak saya":** R. Mead, "All About the Hamiltons," *The New Yorker*, 9 Februari 2015.

BAB 10: DIKELABUI OLEH KEPAKARAN

259 **Pertaruhan sedang berlangsung:** Buku dari profesor sejarah Yale Paul Sabin *The Bet* (New Haven, CT: Yale University Press, 2013) memberi latar belakang dan analisis yang menakjubkan. Contoh yang lebih singkat dari analisis itu adalah C. R. Sunstein, "The Battle of Two Hedgehogs," *New York Review of Books,* 5 Desember 2013.

259 **"kurva pertumbuhan populasi":** P. Ehrlich, *Eco-Catastrophe!* (San Francisco: City Lights Books, 1969).

260 **"revolusi hijau":** G. S. Morson dan M. Schapiro, *Cents and Sensibility* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2017 [Kindle ebook]).

261 **pasokan makanan per orang juga meningkat:** Ini dan statistik lain di paragraf (persentasi warga negara yang kekurangan gizi; angka kematian karena kelaparan; angka kelahiran; lontaran pertumbuhan populasi) datang dari publikasi daring yang luar biasa *Our World in Data,* didirikan oleh ekonom University of Oxford, Max Roser. Asupan kalori per orang per hari, misalnya, dapat ditemukan di: https://slides.ourworldindata.org/hunger-and-food-provision/#/kcalcapitadaybyworld-regionsmgpng.

261 **Perserikatan Bangsa-Bangsa memproyeksikan:** United Nations, Department of Economic dan Social Affairs, Population Division, "World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings dan Advance Tables," Kertas Kerja No. ESA/P/WP/248.

261 **"sekarang bom populasi telah dipicu":** P. R. Ehrlich dan A. H. Ehrlich, *The Population Explosion* (New York: Simon & Schuster, 1990).

262 **Ketika di kemudian waktu para ekonom memeriksa:** K. Kiel et al., "Luck or Skill? An Examination of the Ehrlich-Simon Bet," *Ecological Economics* 69, no. 7 (2010): 1365–67.

263 **Tetlock memutuskan untuk:** Tetlock memberikan hasil dari karya penelitiannya secara rinci dan jenaka di *Expert Political Judgment: How Good Is It? How Can We Know?* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005).

264 **"relasi terbalik yang ganjil":** Tetlock, *Expert Political Judgment.*

271 **Interaksi daring para peramal super:** P. E. Tetlock et al., "Bringing Probability Judgments into Policy Debates via Forecasting Tournaments," *Science* 355 (2017): 481–83.

272 **"Ramalan tentang nilai tukar dolar-euro":** G. Gigerenzer, *Risk Savvy* (New York: Penguin, 2014).

273 **"pikiran terbuka yang aktif"; "gagasan dari pihak saya":** J. Baron et al., "Reflective Thought and Actively Open-Minded Thinking," di *Individual Differences in Judgment and Decision Making,* ed. M. E. Toplak dan J. A. Weller (New York: Routledge, 2017 [Kindle ebook]).

273 **mempertimbangkan dengan serius:** J. A. Frimer et al., "Liberals and Conservatives Are Similarly Motivated to Avoid Exposure to One Another's Opinions," *Journal of Experimental Social Psychology* 72 (2017): 1–12.

274 **kajian selama masa persiapan pemungutan suara untuk Brexit:** Online Privacy Foundation, "Irrational Thinking and the EU Referendum Result" (2016).

274 **krim kulit dan pengendalian senjata:** D. Kahan et al., "Motivated Numeracy and Enlightened Self-Government," *Behavioural Public Policy* 1, no. 1 (2017): 54–86.
274 **Bukan pengetahuan ilmiah, tetapi *keingintahuan* ilmiah:** D. M. Kahan et al., "Science Curiosity and Political Information Processing," *Advances in Political Psychology* 38, no. 51 (2017): 179–99.
275 **"kedalaman bisa tidak memadai":** Baron et al., "Reflective Thought and Actively Open-Minded Thinking."
275 **Empat model evolusi pertama:** H. E. Gruber, *Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity*, 127.
275 **"pandangan-pandangan yang diajukan":** *The Autobiography of Charles Darwin.*
276 **"Dalam satu pertukaran yang paling luar biasa":** J. Browne, *Charles Darwin: A Biography,* vol. 1, *Voyaging* (New York: Alfred A. Knopf, 1995), 186.
276 **Einstein adalah tipe landak:** Untuk salah satu dari banyak acuan kepada ke-landak-an Einstein, lihat Morson dan Schapiro, *Cents and Sensibility*.
276 **"Sepertinya ada sebuah kesepakatan":** G. Mackie, "Einstein's Folly," *The Conversation,* 29 November 2015.
276 **Niels Bohr . . . menjawab:** C. P. Snow, *The Physicists*, (London: Little, Brown dan Co., 1981). Einstein juga mengutarakan gagasan ini: H. Dukas dan B. Hoffmann eds., *Albert Einstein, The Human Side: Glimpses from His Archives* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1979), 68.
277 **Dalam empat tahun turnamen peramalan:** W. Chang et al., "Developing Expert Political Judgment: The Impact of Training and Practice on Judgmental Accuracy in Geopolitical Forecasting Tournaments," *Judgment and Decision Making* 11, no. 5 (2016): 509–26.

BAB 11: BELAJAR MENJATUHKAN ALAT-ALAT YANG SUDAH ANDA KENAL

279 **Saat itu siang hari di musim gugur:** Dengan murah hati Profesor Max Bazerman memperbolehkan saya mengamati studi kasus Carter Racing di Harvard Business School selama dua hari di bulan Oktober 2016. (Studi kasus ini diciptakan pada 1986 oleh Jack W. Brittain dan Sim B. Sitkin.)
287 **"kelemahan profesional yang dimiliki oleh semua partisipan":** F. Lighthall, "Launching the Space Shuttle Challenger: Disciplinary Deficiencies in the Analysis of Engineering Data," *IEEE Transactions on Engineering Management* 38, no. 1 (1991): 63–74. Kutipan Boisjoly "jauh dari kebaikan" adalah dari transkrip dengar pendapat dengan komisi presidensial 25 Februari 1986.
290 **Boisjoly secara pribadi telah memeriksa:** R. P. Boisjoly et al. "Roger Boisjoly and the Challenger Disaster," *Journal of Business Ethics* 8, no. 4 (1989): 217–230.

291 **mesin paling kompleks yang pernah dibangun:** J. M. Logsdon, "Was the Space Shuttle a Mistake?," *MIT Technology Review,* 6 Juli 2011.

291 **McDonald dan dua Wakil Presiden Thiokol:** Transkrip dari dengar pendapat presidensial, yang menyediakan informasi dan kutipan di bab ini tersedia di https://history.nasa.gov/rogersrep/genindex.htm. Allan McDonald juga memberi kisah yang menakjubkan tentang investigasi dan kembalinya pesawat ulang-alik di *Truth, Lies, and O-Rings* (Gainesville: University Press of Florida, 2009).

292 **"Mereka bilang karena mereka pernah terbang":** Dari bukunya Diane Vaughan, yang termasuk penjelajahan menakjubkan dari "the normalization of deviance" di dalam pembuatan keputusan: *The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA* (Chicago: University of Chicago Press, 1996).

292 **"Kami Percaya kepada Tuhan, Selebihnya Beri Kami Data":** Sejumlah wawancara latar belakang dengan para manajer dan insiyur NASA di saat ini dan di masa lalu—terutama dalam suatu kunjungan ke Johnson Space Center NASA pada 2017—menyediakan konteks yang sangat membantu. Portal APPEL Knowledge Services NASA sendiri juga sangat membantu. Mereka adalah gudang informasi yang sangat hebat yang mengaitkan ke "Lessons Learned System" NASA yang sangat banyak.

293 **Karl Weick melihat sesuatu yang tidak biasa:** K. E. Weick, "The Collapse of Sensemaking in Organizations: The Mann Gulch Disaster," *Administrative Science Quarterly* 38, no. 4 (1993): 628–52.; K. E. Weick, "Drop Your Tools: An Allegory for Organizational Studies," *Administrative Science Quarterly* 41, no. 2 (1996): 301–13; K. E. Weick, "Drop Your Tools: On Reconfiguring Management Education," *Journal of Management Education* 31, no. 1 (2007): 5–16.

294 **empat meter per detik:** R. C. Rothermel, "Mann Gulch Fire: A Race That Couldn't Be Won," Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT- 299, Mei 1993.

294 **pemadam kebakaran hutan terus-menerus kalah berlomba dengan api:** K. E. Weick, "Tool Retention and Fatalities in Wildland Fire Settings," in *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making,* ed. E. Salas dan G. A. Klein (New York: Psychology Press, 2001 [Kindle ebook]).

294 **"seperti pesawat jet yang sedang lepas landas":** USDA, USDI, dan USDC, *South Canyon Fire Investigation* (Report of the South Canyon Fire Accident Investigation Team), U.S. Government Printing Office, Region 8, Report 573-183, 1994.

294 **"masih mengenakan tas punggungnya"; "lalu menyadari bahwa saya masih memanggul mesin gergaji"; dua puluh tiga . . . meninggal di samping peralatannya:** Weick, "Tool Retention and Fatalities in Wildland Fire Settings."

295 **meraihnya lagi di udara; "perlambang dari melepas pembelajaran lama"; "mundur ke apa yang paling mereka kenal"; "krisis eksistensi":** Weick, "Drop Your Tools: An Allegory for Organizational Studies."

297 **"pola yang umum":** J. Orasanu dan L. Martin, "Errors in Aviation Decision Making," *Proceedings of the HESSD '98* (Workshop on Human Error, Safety dan System Development) (1998): 100–107; J. Orasanu et al., "Errors in Aviation Decision Making," Fourth Conference on Naturalistic Decision Making, 1998.

297 **"Jika saya membuat keputusan":** Weick, "Tool Retention and Fatalities in Wildland Fire Settings."

298 **"Tertulis dalam kalimat itu":** M. Kohut, "Interview with Bryan O'Connor," majalah *ASK* (*Academy Sharing Knowledge*) NASA, no, 45 (Januari 2012).

299 **"Anda harus menggunakan akal":** transkrip, Hearings of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident Vol. 4, 25 Februari 1986.

304 **"Itu pasti sangat berat":** Beberapa anggota 48th Rescue Squadron menyediakan latar belakang dan kisah yang sangat berharga.

305 **"hidup di dunia nyata":** C. Grupen, "Introduction to Radiation Protection," (Berlin: Springer, 2010), 90. Seluruh pesan asli Shafer disimpan di https://yarchive.net/air/ perfect_safety.html.

306 **Namun, di kajian pertama:** K. S. Cameron dan S. J. Freeman, "Cultural Congruence, Strength, and Type: Relationships to Effectiveness," *Research in Organizational Change and Development* 5 (1991): 23–58.

306 **pemimpin dan organisasi yang paling efektif ternyata memiliki keragaman:** K. S. Cameron dan R. E. Quinn, *Diagnosing and Changing Organizational Culture*, 3rd Edition (San Francisco: Jossey-Bass, 2011).

307 **Dalam satu eksperimen:** S. V. Patil et al., "Accountability Systems and Group Norms: Balancing the Risks of Mindless Conformity dan Reckless Deviation," *Journal of Behavioral Decision Making* 30 (2017): 282–303.

309 **Gene Kranz:** G. Kranz, *Failure Is Not an Option* (New York: Simon & Schuster, 2000). Lihat juga: M. Dunn, "Remaking NASA one step at a time," Associated Press, 12 Oktober 2003.

310 **"Catatan Hari Senin"; William Lucas . . . "sering kali menjadi marah":** S. J. Dick, ed., *NASA's First 50 Years* (Washington, DC: NASA, 2011 [ebook]). Juga, catatan mingguan von Braun yang diarsipkan di https://history.msfc.nasa.gov/vonbraun/vb_weekly_notes.html.

311 **"Kualitas dari catatan-catatan itu langsung jatuh":** R. Launius, "Comments on a Very Effective Communications System: Marshall Space Flight Center's Monday Notes," *Roger Launius's Blog*, 28 Februari 2011.

311 **"saluran-saluran yang benar"; "ketat dan menghambat":** Columbia Accident Investigation Board, "History as Cause: *Columbia* and *Challenger*," di *Columbia Accident Investigation Board Report,* vol. 1, August 2003.

312 **Gravity Probe B:** Stanford University menyimpan arsip yang berisi banyak informasi (teknis dan tertulis untuk umum) tentang GPB, di einstein.stanford.edu. Untuk pembahasan ilmiah yang lebih dalam, jurnal terbitan khusus *Classical and Quantum Gravity* diabdikan untuk GPB (vol. 32, no. 22 [November 2015]).

313 **Teknologinya membutuhkan dua puluh tahun:** T. Reichhardt, "Unstoppable Force," *Nature* 426 (2003): 380–81.

313 **"percaya diri bahwa kami akan berhasil":** Studi Kasus NASA, "The Gravity Probe B Launch Decisions," NASA, Academy of Program/Project and Engineering Leadership.

314 **"tegangan yang sehat di sistem kami":** Geveden juga mendiskusikan tegangan yang sehat di R. Wright et al., eds., *NASA at 50: Interviews with NASA's Senior Leadership* (Washington, DC: NASA, 2012).

315 **tes langsung yang pertama:** J. Overduin, "The Experimental Verdict on Spacetime from Gravity Probe B," di Vesselin Petkov, ed., *Space, Time, and Spacetime* (Berlin: Springer, 2010).

317 **ratusan pendaki gunung Himalaya:** E.M. Anicich et al., "Hierarchical Cultural Values Predict Success and Mortality in High-Stakes Teams," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, no. 5 (2015): 1338–43.

318 **"refleks *oculostenotic*":** Eric Topol adalah spesialis jantung yang menciptakan istilah itu. (Bagi pasien yang benar-benar mengalami serangan jantung, *stent* bisa menyelamatkan nyawa.)

319 **satu dari setiap lima puluh pasien:** K. Stergiopoulos dan D. L. Brown, "Initial Coronary Stent Implantation With Medical Therapy vs Medical Therapy Alone for Stable Coronary Artery Disease: Meta-analysis of Randomized Controlled Trials," *Archives of Internal Medicine* 172, no. 4 (2012): 312–19.

319 **tidak bisa percaya bahwa pemasangan *stent*:** G. A. Lin et al., "Cardiologists' Use of Percutaneous Coronary Interventions for Stable Coronary Artery Disease," *Archives of Internal Medicine* 167, no. 15 (2007):1604–09.

319 **memiliki kemungkinan yang lebih kecil untuk meninggal:** A. B. Jena et al., "Mortality and Treatment Patterns among Patients Hospitalized with Acute Cardiovascular Conditions during Dates of National Cardiology Meetings," *JAMA Internal Medicine* 175, no. 2 (2015): 237– 44. Lihat juga: A. B. Jena et al., "Acute Myocardial Infarction during Dates of National Interventional Cardiology Meetings," *Journal of the American Heart Association* 7, no. 6 (2018): e008230.

319 **"Di konferensi kardiologi besar":** R. F. Redberg, "Cardiac Patient Outcomes during National Cardiology Meetings," *JAMA Internal Medicine* 175, no. 2 (2015): 245.

319 **membandingkan pembedahan itu dengan "pembedahan pura-pura":** R. Sihvonen et al., "Arthroscopic Partial Meniscectomy Versus Sham Surgery for a Degenerative Meniscal Tear," *New England Journal of Medicine* 369 (2013): 2515– 4. Kaitan dengan kajian lain yang mendukung penemuan ini bisa ditemukan di: D. Epstein, "When Evidence Says No, But Doctors Say Yes," *ProPublica,* 22 Februari 2017.

BAB 12: SENGAJA MENJADI AMATIR

322 **"Sangat menjanjikan!":** Smithies membahas beberapa dari karya dan catatannya di Pidato Nobel-nya, "Turning Pages" (7 Desember 2007), yang tersedia bagi publik di University of North Carolina yang menyimpan

versi pidato yang telah digitalisasi di arsip daringnya yang luar biasa, yang terdiri dari buku-buku catatan Smithies selama lebih dari enam puluh tahun, bersamaan dengan rekaman suara Smithies sendiri yang membahas catatan itu dan memberi komentar. (Smithies memberitahu saya bahwa orang harus selalu membawa buku catatan, bahkan di hari Sabtu.) Arsip itu adalah sumber daya yang sangat bagus untuk persiapan wawancara, dan bisa ditemukan di smithies.lib.unc.edu/notebooks.

324 **Suatu analisis pada 2016 dari sepuluh ribu karier periset:** A. Clauset et al., "Data-Driven Predictions in the Science of Science," *Science* 355 (2017): 477–80.

324 **menguji 240.000 senyawa:** P. McKenna, "Nobel Prize Goes to Modest Woman Who Beat Malaria for China," *New Scientist,* 9 November 2011, edisi daring.

325 **seorang alkemis abad keempat China:** Alkemis dan herbalis Ge Hong menulis *A Handbook of Prescriptions for Emergencies* di abad keempat, selama Dinasti Jin. Tu memberi latar belakang di Pidato Nobel-nya: "Artemisinin—A Gift from Traditional Chinese Medicine to the World" (7 Desember 2015). Ia membagikan foto dari salinan buku pegangan abad keenam belas di: Y. Tu, "The Discovery of Artemisinin (Qinghaosu) and Gifts from Chinese Medicine," *Nature Medicine* 17, no. 10 (2011): 1217–20.

325 **kajian pada penurunan kasus malaria:** Bhatt et al., "The Effect of Malaria Control on *Plasmodium falciparum* in Africa Between 2000 dan 2015," *Nature* 526 (2015): 207–11.

325 **label NBGBOKFO:** G. Watts, "Obituary: Oliver Smithies," *Lancet* 389 (2017): 1004.

326 **selotip untuk merobek lapisan tipis dari grafit:** Geim merinci penemuannya di dalam judul yang tepat dari Pidato Nobel-nya: "Random Walk to Graphene" (8 Desember 2010). Beberapa judul bagian dari pidatonya: "Zombie Management," "Better to Be Wrong Than Boring," dan "Legend of Scotch Tape."

326 **lebih kuat dari baja:** C. Lee et al., "Measurement of the Elastic Properties and Intrinsic Strength of Monolayer Graphene," *Science* 321 (2008): 385–8.

326 **Laba-laba yang diberi makan:** E. Lepore et al., "Spider Silk Reinforced by Graphene or Carbon Nanotubes," *2D Materials* 4, no. 3 (2017): 031013.

327 **"kemajuan ilmiah yang memadai":** J. Colapinto, "Material Question," *The New Yorker,* Desember 2014, edisi daring.

327 **"amatir yang disengaja"; "paradoks dari inovasi":** Buku yang menakjubkan dari Sarah Lewis tentang kreativitas: *The Rise: Creativity, the Gift of Failure, and the Search for Mastery* (New York: Simon & Schuster, 2014).

327 **"Itu agak tidak biasa":** "U. Manchester's Andre Geim: Sticking with Graphene— For Now," wawancara surat kabat *Science Watch,* Agustus 2008.

327 **"tidak pernah dipedulikan untuk ditanyakan":** Lewis, *The Rise.*

327 **"prinsip dari kecerobohan yang terbatas":** Wawancara Max Delbrück dengan Carolyn Harding pada 1978, California Institute of Technology Oral History Project, 1979.

327–328 **"sepertinya menyia-nyiakan hidupnya,"; "kelenturan ini":** E. Pain, "Sharing a Nobel Prize at 36," *Science,* edisi daring profil karier, 25 Februari 2011.

329 **"Jika ini terus berlanjut":** A. Casadevall, "Crisis in Biomedical Sciences: Time for Reform?," Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health Dean's Lecture Series, 21 Februari 2017, www.youtube.com/watch?v=05Sk-3u90Jo. Lihat juga: F. C. Fang et al., "Misconduct Accounts for the Majority of Retracted Scientific Publications," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 109, no. 42 (2012): 17028–33.

330 **salah satu jurnal yang paling rentan mengalami penarikan artikel ilmiah di dunia:** "Why High-Profile Journals Have More Retractions," *Nature,* edisi daring, 17 September 2014.

331 **Jika suatu pemeriksaan untuk mendeteksi penyakit:** A. K. Manrai et al., "Medicine's Uncomfortable Relationship with Math," *JAMA Internal Medicine* 174, no. 6 (2014): 991–93.

332 **"Sistem perkumpulan di Eropa muncul"; tumbuh suatu industri konferensi:** A. Casadevall dan F. C. Fang, "Specialized Science," *Infection and Immunity* 82, no. 4 (2014): 1355–60.

333 **pendanaan riset biomedis meningkat tajam:** A. Bowen dan A. Casadevall, "Increasing Disparities Between Resource Inputs and Outcome, as Measured by Certain Health Deliverables, in Biomedical Research," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 112, no. 36 (2015): 11335–40.

333–334 **harapan usia . . . akhir-akhir ini malah menurun:** J. Y. Ho dan A. S. Hendi, "Recent Trends in Life Expectancy Across High Income Countries," *BMJ* (2018), 362: k2562.

334 **para periset menganalisis jejaring kerja:** R. Guimerà et al., "Team Assembly Mechanisms Determine Collaboration Network Structure and Team Performance," *Science* 308 (2005): 697–702.

335 **"Seluruh jejaring kerja tampak berbeda":** "Dream Teams Thrive on Mix of Old and New Blood," *Northwestern Now,* 3 Mei 2005.

335 **Nasib komersial dari Broadway:** B. Uzzi dan J. Spiro, "Collaboration and Creativity," *American Journal of Sociology* 111, no. 2 (2005): 447–504.

335 **"bisnis impor/ekspor gagasan":** "Teaming Up to Drive Scientific Discovery," Brian Uzzi at TEDxNorthwesternU, Juni 2012.

336 **peluang "arbitrase" para imigran:** C. Franzoni et al., "The Mover's Advantage: The Superior Performance of Migrant Scientists," *Economic Letters* 122, no. 1 (2014): 89–93; lihat juga: A. M. Petersen, "Multiscale Impact of Researcher Mobility," *Journal of the Royal Society Interface* 15, no. 146 (2018): 20180580.

336 **sejarah inovasi di Jepang:** D. K. Simonton, "Foreign Influence and National Achievement: The Impact of Open Milieus on Japanese Civilization," *Journal of Personality and Social Psychology* 72, no. 1 (1997): 86–94.

336 **Uzzi dan sebuah tim menganalisis:** B. Uzzi et al., "Atypical Combinations and Scientific Impact," *Science* 342 (2013): 468–72.

337 **mengklasifikasikan sebuah makalah sebagai "baru":** J. Wang et al., "Bias Against Novelty in Science," *Research Policy* 46, no. 8 (2017): 1416–36.

337 **Lima belas tahun setelah diterbitkan:** A. Clauset et al., "Data-Driven Predictions in the Science of Science," *Science* 355 (2017): 477–80.

337 **karya yang membangun jembatan:** K. J. Boudreau et al., "Looking Across and Looking Beyond the Knowledge Frontier: Intellectual Distance, Novelty, and Resource Allocation in Science," *Management Science* 62, no. 10 (2016): 2765–83.

338 **memberi makan dirinya dengan radiasi:** E. Dadachova et al., "Ionizing Radiation Changes the Electronic Properties of Melanin and Enhances the Growth of Melanized Fungi," *PLoS ONE* 2, no. 5 (2007): e457.

340 **saya duduk di dengar pendapat kebijakan pendanaan:** Misalnya: D. Epstein, "Senatorial Peer Review," *Inside Higher Ed,* 3 Mei 2006; dan: D. Epstein, "Science Bill Advances," *Inside Higher Ed*, 19 Mei 2006. Yang menarik, di dengar pendapat itu, senator New Hampshire (dan doktor bidang teknik) John Sununu, yang biasanya penentang pelanggaran yang bersuara keras, berdiri tepat di seberang Hutchison dan membela pendanaan untuk riset yang tidak memiliki penerapan yang jelas. "Jika Anda dapat mengenali suatu manfaat ekonomi, Anda tidak perlu mendanainya," katanya. "Itulah gunanya modal usaha masyarakat."

341 **Sebuah fenomena misterius:** Clauset et al., "Data-Driven Predictions in the Science of Science."

342 **"para pemain ini melakukan latihan":** M. Hornig et al., "Practice and Play in the Development of German Top-Level Professional Football Players," *European Journal of Sport Science* 16, no. 1 (2016): 96–105.

343 **"waktu untuk mencoba-coba":** J. Gifford, *100 Great Business Leaders* (Singapore: Marshall Cavendish Business, 2013).

KESIMPULAN: MELUASKAN KERAGAMAN ANDA

346 **karya yang diciptakan oleh pencipta yang terkemuka:** Ada diskusi yang sangat bagus tentang riset ini (termasuk paten-patennya Edison) di Bab 10 dari S. B. Kaufman dan C. Gregoire, *Wired to Create* (New York: Perigee, 2015). Sebuah analisis yang menarik dari drama Shakespeare berdasarkan nilai "popularitas" adalah D. K. Simonton, "Popularity, Content and Context di 37 Shakespeare Plays," *Poetics* 15 (1986): 493–510.

346 **Rachel Whiteread mencapai kesuksesan:** W. Osgerby, "Young British Artists," di *ART: The Whole Story,* ed. S. Farthing (London: Thames & Hudson, 2010).

347 **"Bisbol mengerdilkan distribusi hasil":** M. Simmons, "Forget the 10,000-Hour Rule," *Medium,* 26 Oktober 2017.

348 **memulai pelajaran musik resmi di usia dua puluh dua tahun:** W. Moskalew et al., *Svetik: A Family Memoir of Sviatoslav Richter* (London: Toccata Press, 2015).

348 **baru bermain basket pada usia tiga belas tahun:** "My Amazing Journey—Steve Nash," NBA.com, 2007–08 Season Preview.

348 **Julius Caesar:** C. Pelling, *Plutarch and History* (Swansea: Classical Press of Wales, 2002).

350 **"Itu adalah eksperimen":** Abrams v. United States, 250 U.S. 616 (1919) (Pendapat tentangan Holmes).

DAVID EPSTEIN adalah penulis *The Sports Gene*, buku terlaris menurut *New York Times*. Ia memiliki gelar master dalam ilmu lingkungan dan jurnalisme serta pernah bekerja sebagai wartawan investigasi untuk *ProPublica* dan penulis senior untuk *Sports Illustrated*. Ia tinggal di Washington, DC.

Apa jalan yang paling efektif untuk meraih kesuksesan pada setiap hal? Jawabannya bukan seperti yang Anda kira.

Banyak ahli berpendapat siapa pun yang ingin mengembangkan keahlian, memainkan alat musik, atau memimpin di lapangan harus mulai menekuninya sejak dini, berfokus secara intens, dan sengaja berlatih sebanyak mungkin. Jika terlambat melakukannya, Anda tidak akan pernah bisa mengejar mereka yang menekuni bidang itu lebih awal. Namun, penelitian secara lebih mendalam terhadap orang-orang yang paling unggul di bidangnya—dari atlet profesional sampai peraih Nobel—menunjukkan bahwa pengkhususan bidang sejak dini adalah pengecualian, bukan aturan.

David Epstein meneliti atlet, seniman, musisi, penemu, peramal, dan ilmuwan paling sukses di dunia. Ia menemukan bahwa di sebagian besar bidang—terutama yang kompleks dan tak terduga—yang lebih unggul adalah generalis, bukan spesialis. Generalis sering kali terlambat menemukan jalur mereka dan mencoba banyak bidang, bukannya berfokus pada satu bidang. Mereka juga lebih kreatif, lebih gesit, dan mampu membuat kaitan-kaitan yang tidak bisa dilihat oleh para spesialis.

Provokatif, mendetail, dan mengasyikkan, *Range* menyajikan gagasan yang menarik tentang secara aktif mengolah ketidakefisienan. Gagal adalah cara terbaik untuk belajar. Orang yang sering mengalami kegagalan pada akhirnya memiliki karier yang paling memuaskan. Para penemu yang paling berdampak mempelajari berbagai bidang, bukan hanya memperdalam pengetahuan di satu bidang tertentu. Ketika sejumlah pakar mengotak-ngotakkan keahlian, sementara komputer memiliki kemampuan lebih banyak bila dioperasikan oleh orang-orang yang sangat berfokus, orang yang berpikir secara luas serta merangkul keberagaman pengalaman dan perspektif akan semakin berkembang.

"*Range* adalah buku yang krusial dan penting; bacaan wajib bagi pemimpin, orangtua, pelatih, dan siapa saja yang peduli dengan peningkatan kinerja."

—**Daniel H. Pink**, penulis *When* dan *Drive*

"Pembahasan yang ditulis dengan baik dan didukung dengan fakta tentang orang-orang yang terlambat memulai .... Seperti ditunjukkan oleh David Epstein, memupuk keragaman menyiapkan kita menghadapi hal yang tak terduga."

—Wall Street Journal

"Menghabiskan berjam-jam ditemani penulis seberbakat David Epstein adalah kebahagiaan. Dan kebahagiaan ini bertambah saat dia berbagi begitu banyak informasi penting dan inspiratif tentang kinerja, keberhasilan, serta pendidikan."

—**Susan Cain**, penulis *Quiet*

Penerbit
PT Gramedia Pustaka Utama
Kompas Gramedia Building
Blok I, Lt. 5
Jl. Palmerah Barat 29–37
Jakarta 10270
@bukugpu @bukugpu www.gpu.id